



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA INDUSTRIAL**

MONOGRAFIA

Estudio técnico-económico para la automatización del proceso de encharolado en
la Planta de Café 1820

AUTORES

Br. María Paola Escobar Saballos

Br. Eva María Guerrero Pérez

Br. Tania María Obando Loásiga

TUTOR

Mba. Ing. Oscar Danilo Fuentes Espinoza

Managua, 22 de Febrero del 2013

DEDICATORIA

A Dios por habernos dado la vida y por habernos permitido llegar hasta este punto para lograr nuestros objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A nuestros padres, por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, por sus ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que nos han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y la motivación constante que nos ha permitido ser personas de bien, pero más que nada, por su amor incondicional.

Al Mba. Ing. Oscar Danilo Fuentes Espinoza por haber estado con nosotros cada día transmitiéndonos sus conocimientos y ayudándonos a darle forma al trabajo que cierra un ciclo importante en nuestras vidas y por alentarnos siempre a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Le damos gracias a Dios porque nos iluminó y fue nuestro guía en la realización de ésta tarea, nos llenó de perseverancia, tenacidad y un espíritu de unidad.

Agradecemos también a nuestro tutor el Mba. Ing. Oscar Fuentes Espinoza, porque nos dedicó su tiempo, paciencia y comprensión, además de proporcionarnos los elementos necesarios para la realización de dicho trabajo.

A la empresa UNIMAR S.A porque nos permitió realizar el trabajo en sus instalaciones y nos proporcionó toda la información que necesitamos para darle el cuerpo y el toque especial que era preciso.

Por último, pero no menos importante, a nuestros padres que nos apoyaron siempre, nos ayudaron a reunir el material necesario y nos dieron ese aliento de ánimo que necesitábamos para seguir adelante con ésta tarea tan importante como lo es la culminación de nuestros estudios universitarios y el cierre de un ciclo en nuestras vidas.

La empresa UNIMAR S.A, es una de las cuatro compañías que componen el Grupo Numar y dentro de ella se encuentra la Planta de Café 1820, que está ubicada en Managua del Cementerio General 2 cuadras arriba, en Monseñor Lezcano y está constituida por 25 personas que se organizan para cumplir con los diferentes roles dentro de ella.

La realización de éste Estudio Técnico-económico en el proceso de encharolado en la Planta de Café 1820, se llevó a cabo para realizar una comparación entre la productividad lograda con el proceso manual y un proceso tecnificado, mediante el uso de tres máquinas. El objetivo era demostrar qué proceso es más beneficioso tanto en método, tiempo de realización de todas las actividades y la producción a obtener una vez terminado el proceso.

Dicha evaluación se realizó a través de un estudio de método del proceso actual, así como un estudio de tiempos en el cual se cronometró cada una de las actividades que se involucran en cada operación y de ésta forma se obtuvo el índice de producción diaria.

De igual manera se realizó un análisis de las máquinas que se seleccionaron para la automatización del proceso y de esa forma se obtuvo el índice de producción que se obtendrá con dichas máquinas y una comparación entre los tiempos en que las máquinas realizan dicha producción y el tiempo que tardarían las empacadoras en hacer la misma cantidad de charolas.

Teniendo la información necesaria de ambos estudios, se realizó una comparación para determinar cuál de los procesos era más eficiente y eficaz y podrá traer consigo ventajas que beneficiarán a la empresa. Finalmente, se realizó un análisis sobre la factibilidad económica por la automatización del proceso y resultó que la alternativa óptima es comprar cuatro máquinas, una para el envasado lineal serie DSL valorada en U\$ 23,000, una tapadora serie ERAL valorada en U\$ 2,000 y una etiquetadora serie ES1 valorada en U\$ 15,700 y la marcadora serie CHS de la cual no tenemos precio exacto y cuyo proveedor se encuentra en México. Estas máquinas son capaces de procesar 600 charolas por jornada laboral, lo que permite un incremento de productividad del 11%.

INDICE GENERAL

INTRODUCCION	7
ANTECEDENTES	8
JUSTIFICACIÓN	9
OBJETIVOS	10
MARCO TEÓRICO	11
DISEÑO METODOLÓGICO	14
CAPITULO I: ESTUDIO DE MÉTODO	15
1.4 ENFOQUE DEL ESTUDIO DE MÉTODOS	17
1.5 SELECCIÓN DEL TRABAJO PARA ESTUDIO:	17
1.6 REGISTRAR LOS HECHOS:	18
DIAGRAMA SINÓPTICO PARA LA ELABORACIÓN DE UNA CHAROLA REALIZADA EN LA PLANTA DE CAFÉ 1820	
.....	19
1.7 EXAMINAR EL MODO DE HACER EL TRABAJO:.....	20
1.8 TÉCNICA DEL INTERROGATORIO.....	24
1.9 DEFINICIÓN DEL NUEVO MÉTODO	33
CAPITULO II: ESTUDIO DE TIEMPOS	36
2.1 MATERIAL FUNDAMENTAL	36
2.3 EL ESTUDIO DE TIEMPOS Y LOS TRABAJADORES	38
2.4 ETAPAS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS	39
2.6 TAMAÑO DE LA MUESTRA	40
2.7 CÁLCULO DEL NÚMERO DE OBSERVACIONES, VALORACIÓN Y TIEMPO NORMAL DE CADA OPERACIÓN	42
2.8 CÁLCULO DE SUPLEMENTOS Y TIEMPO ESTÁNDAR	76
CAPITULO III: PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ENCHAROLADO	79
CONCLUSIÓN	97
RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS	100
ANEXO 1. ORGANIGRAMA DE LA ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE LA PLANTA DE CAFÉ 1820.....	101
ANEXO 2. CHAROLA DE 100 GRAMOS.....	102
ANEXO 3. TABLA DE LOS VALORES NUMÉRICOS DE LOS DIFERENTES GRADOS DE HABILIDAD O DESTREZA	
.....	103
ANEXO 4. TABLA DE LOS VALORES NUMÉRICOS DE LOS DIFERENTES GRADOS DE ESFUERZO O EMPÑO	
.....	103
ANEXO 5. TABLA DE LOS VALORES NUMÉRICOS DE LOS DIFERENTES GRADOS DE CONDICIONES.....	104
ANEXO 6. TABLA DE LOS VALORES NUMÉRICOS DE LOS DIFERENTES GRADOS DE CONSISTENCIA	104
ANEXO 7. TABLA T-STUDENT	105
ANEXO 8. TABLA DE TENSIONES RELATIVAS PARA EL CÁLCULO DE LA FATIGA.....	106
ANEXO 9. ENVASADORA LINEAL.....	108

ANEXO 10. TAPADORA.....	108
ANEXO 11. ETIQUETADORA.....	109
ANEXO 12. MARCADORA	109
ANEXO 13. COTIZACIÓN DE LOS EQUIPOS	110
ANEXO 14. TASA DE INFLACIÓN.....	118

INTRODUCCION

La empresa UNIMAR S.A, es una de las cuatro compañías que componen el Grupo Numar, dirigido por un grupo de inversionistas costarricenses y extranjeros con amplia experiencia en la producción de grasas y aceites.

La compañía cuenta con una gama diversificada de productos propios en la división de mantecas, margarinas y aceites vegetales, así como productos elaborados por compañías nacionales e internacionales.

Dentro de UNIMAR S.A, se encuentra la Planta de Café 1820; que está ubicada en Managua, del Cementerio General 2 cuadras arriba, en Monseñor Lezcano y está constituida por 25 personas¹, que se organizan para cumplir con los diferentes roles que van desde la supervisión administrativa y de calidad hasta los diferentes tipos de empacadores que se necesitan para la elaboración de los productos terminados.

En ésta planta, se realizan dos procesos productivos, el proceso de empaque de Sachets² en diferentes presentaciones, así como la producción de charolas en sus diferentes presentaciones.

En éste estudio se realizó una evaluación técnico-económica para la automatización del proceso de encharolado en la Planta de Café 1820. Para realizar este trabajo se realizó un estudio de tiempos y movimientos del proceso actual, se indagó sobre las posibles alternativas tecnológicas con las que se podrá mejorar el proceso manual y finalmente se realizó una comparación entre el método actual y el propuesto para evaluar la factibilidad técnico-económica de realizar la automatización.

¹ Ver Anexo 1, Organigrama de la Planta de Café 1820

² Sobres de Café, con peso neto de 2 gr

ANTECEDENTES

La Planta de Café 1820 tiene un sistema de producción que se basa en pedidos, por lo que el sistema de producción es intermitente y debe ajustarse tanto a los requerimientos de los clientes como a los recursos existentes para la producción y de esa manera satisfacer las necesidades de ambos.

El proceso de producción de charolas se realiza de forma manual y consta del llenado, pesado, limpieza de cuello, tapado, socado de tapa, limpieza de frasco, etiquetado, lotificado y finalmente encharolado de la producción.

El tiempo de llenado y pesado de las charolas son las operaciones más importantes y más tardadas dentro del proceso, debido a que el llenado se hace con la ayuda de una cuchara y un embudo plástico, y esto a su vez trae como consecuencia que el peso de cada frasco no sea estándar, por lo que se regula con la ayuda de una pesa y una bandeja de frascos extras utilizados para rellenar o vaciar café en cada frasco en dependencia del peso que éste refleje. El tiempo de la operación depende de la cantidad de charolas a producir y de la presentación del frasco que puede ser de 50 gr, 100 gr y 150 gr.

En la actualidad, a lo interno de la planta no se lleva un control del tiempo que se toman las enfrascadoras en realizar cada operación, por lo que no se cuenta con una referencia de tiempos para cada actividad y no se puede comparar si es posible reducir o no dichos tiempos mediante la implementación de un método tecnificado que ayude en gran medida en la ejecución de la operación y en la productividad dentro de la planta.

JUSTIFICACIÓN

El método utilizado actualmente para el encharolado en la Planta de Café 1820 no es el más eficiente, debido a que la cantidad de tiempo que se toma el proceso de llenado y pesado es largo; así como el desgaste físico al que se exponen las personas.

Por tal razón se realizó una evaluación técnico-económica con el fin de proponer un método automatizado que redujera en gran medida el tiempo y esfuerzo que el personal dedica a estas operaciones. Asimismo se espera que este nuevo método contribuya a lograr un incremento de la productividad dentro de la planta, puesto que la cantidad de charolas que se producirán al día será mucho mayor que la cantidad de charolas que se producen de forma manual. Adicionalmente se espera que el trabajo se realice de forma más limpia, efectiva y con una menor cantidad de desperdicios, ya que en la fabricación de un producto, normalmente entran una gran variedad de materiales y los costos de fabricación pueden reducirse mediante una utilización más eficiente de esos materiales.

De igual manera, con éste estudio se logrará un mayor trabajo en equipo, debido a que todas las personas que laboran en la Planta (tanto empacadores, operadores y enfrascadoras) se involucrarán en éste proceso, trayendo consigo más efectividad y rapidez en la realización de cada una de las actividades que componen el nuevo proceso como tal.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Determinar la viabilidad técnico-económica para la automatización del proceso de encharolado en la Planta de Café 1820.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Evaluar por medio de un estudio de método y tiempo el método actual de encharolado.
- Evaluar las alternativas tecnológicas existentes en el mercado.
- Evaluar la factibilidad económica de la alternativa seleccionada.
- Comparar las ventajas y desventajas del método actual versus el método propuesto.

MARCO TEÓRICO

La información que se obtiene a través de los diferentes estudios que se pueden realizar en torno al proceso de encharolado, dan la pauta para conocer la principal problemática y de ésta manera proponer posibles alternativas tecnológicas que mejoren el trabajo y permitan realizarlo de manera más eficiente.

El método utilizado para la producción de charolas, da una idea de la problemática y de las posibles soluciones ante ésta.

La evaluación técnico-económica, dará a conocer primeramente el proceso y conjunto a ello, la duración de las actividades en las que se inciden diariamente.

La falta de tecnología dentro del proceso, provoca mayor cantidad de desperdicio, no sólo de café sino también de las diferentes materias primas que son necesarias para llevar a cabo todo el proceso como son: frascos, charolas, etiquetas, etc.

Se sabe que al tecnificar el proceso, se incurre en ciertos costos debido a la implementación de una máquina que facilite el proceso y aumente la cantidad de producción diaria.

La productividad, es la relación existente entre producción e insumo; y puede utilizarse para valorar o medir el grado en que puede extraerse cierto producto de un insumo dado³.

La productividad dentro de una empresa puede estar afectada por diversos factores externos como disponibilidad de materias primas y mano de obra calificada, políticas estatales, infraestructura existente, disponibilidad de capital, etc.; así como por varias deficiencias en sus actividades o factores internos⁴.

³ Diccionario Enciclopédico Larousse

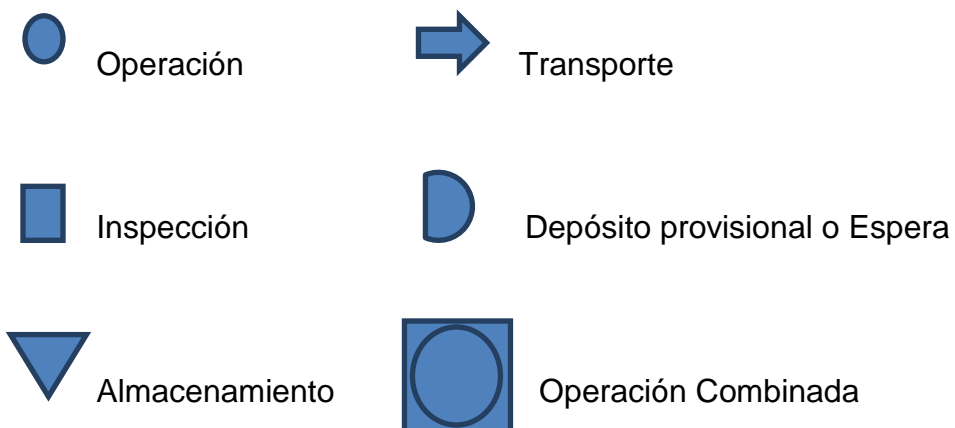
⁴ Introducción al estudio del Trabajo-OIT

El Estudio de Métodos⁵, es una de las herramientas a utilizar puesto que por medio de éste conoceremos el proceso y decidiremos si es necesario efectuar mejoras dentro del mismo.

Este estudio es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras; y se basa en ocho etapas diferentes que son:

- Seleccionar
- Registrar
- Examinar
- Establecer
- Evaluar
- Definir
- Implantar
- Controlar

Los símbolos⁶ que se utilizan para la elaboración del cursograma tanto sinóptico como analítico son:



⁵ Introducción al Estudio del Trabajo-OIT

⁶ Introducción al Estudio del Trabajo-OIT

Finalmente, la medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida, efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

La medición del trabajo⁷ se usa para revelar la existencia y las causas de los tiempos improductivos; por tal razón se deben fijar los tiempos tipo para comparar la eficacia de varios métodos, repartir el trabajo dentro del equipo, entre otros.

Se utilizará la técnica del estudio de tiempo, específicamente el cronometraje hecho con un cronómetro mecánico con vuelta a cero, que es donde se toman los tiempos directamente al acabar cada elemento, haciendo volver el segundero a cero y se pone de nuevo en marcha inmediatamente para cronometrar el siguiente elemento. Con esto se determinan los tiempos y se tiene la referencia para hacer la reducción de los mismos.

La Evaluación Económica que se llevará a cabo para determinar si le es factible o no a la planta la compra de una máquina llenadora, se hará con un Estudio Financiero, tomando en cuenta los elementos necesarios para dicho estudio y finalmente para realizar una relación costo-beneficio que nos dará una idea de los pros y los contra que tiene la selección de dicha alternativa.

⁷ Introducción del Estudio del Trabajo-OIT

DISEÑO METODOLÓGICO

Para realizar éste estudio, primeramente se realizó una observación del proceso, sin aplicar ninguna técnica específica. Una vez que se conoció el proceso y sus diferentes etapas de forma muy general, se inició con el estudio de métodos que ayudó a profundizar en cada una de las actividades que componen el proceso y a determinar cuál de ellas era la principal problemática y de este modo, buscar posibles métodos de solución para evaluar cuál de ellos era el más acertado para mejorar en gran medida la problemática existente. Esto se hizo a través de un cursograma sinóptico del proceso donde se aprecian todas las actividades y éste a su vez sirvió como base para elaborar el cursograma analítico para profundizar en las actividades y en la manera en que éstas son realizadas.

Se realizó un pequeño estudio de tiempos, mediante la utilización de un cronómetro mecánico con vuelta a cero que fue de mucha ayuda para establecer el tiempo que tardan cada una de las actividades del proceso, basándose en la cantidad de charolas a producir y cuál de las tres presentaciones se produce, para que éste sirva de referencia al momento de hacer la comparación de tiempo una vez implementado el método tecnificado que sabemos de antemano, reducirá en gran proporción el tiempo de la operación y eliminará ciertas actividades que al ser implementado, ya no serán necesarias dentro del proceso.

Después del Estudio de Tiempos y Movimientos, se realizó la caracterización tecnológica del equipo a adquirir, la disponibilidad de proveedores y la inversión necesaria para adquirirla. Posteriormente, se evaluó económicamente la alternativa que será seleccionada utilizando los métodos más usados para consolidar la relación costo-beneficio para la empresa.

Finalmente, se realizó un análisis de las ventajas y desventajas del método actual y el propuesto.

CAPITULO I: ESTUDIO DE MÉTODO

1. Naturaleza del Negocio

1.1. Descripción y fundamentación de la idea del negocio

La empresa UNIMAR S.A es una de las cuatro compañías que componen el Grupo Numar, dirigido por un grupo de inversionistas costarricenses y extranjeros con amplia experiencia en la producción de grasas y aceites.

UNIMAR S.A se especializa en servicios de mercadeo, venta y distribución de productos alimenticios, es el último eslabón de la cadena que componen al grupo, debido a que las otras tres empresas se encuentran en Costa Rica y se dedican al cuidado de la semilla, siembra y por último procesamiento de la palma como tal.

La compañía UNIMAR S.A cuenta con una gama diversificada de productos propios en la división de mantecas, margarinas y aceites vegetales, así como productos elaborados por compañías nacionales e internacionales.

Dentro de dicha empresa, se encuentra la Planta de Café 1820; que está ubicada en Managua, del Cementerio General 2 cuadras arriba, en Monseñor Lezcano.

La Planta de Café 1820 está constituida por 25 personas⁸, que se organizan para cumplir con los diferentes roles que van desde la supervisión administrativa y de calidad hasta los diferentes tipos de empacadores que se necesitan para la elaboración de los productos terminados.

⁸ Ver Anexo 1, Organigrama de la planta de café 1820

1.2 Nombre, tipo y tamaño del negocio

La empresa tiene como nombre comercial o razón social UNIMAR S.A que entendido dentro del grupo NUMAR (dirigido desde Costa Rica) significa Mercadeo Unido. La empresa se encarga de distribuir tanto marcas propias como foráneas y vela por el posicionamiento de sus marcas, garantiza la presencia de todos sus productos en los principales puntos de ventas del país, innova y crea nuevos productos de acuerdo a las necesidades de sus clientes, así como se asegura de mantener estándares de calidad en el servicio al cliente, garantizando las visitas frecuentes y distribución a tiempo.

Es considerada una empresa grande ya que emplea alrededor de 150-170 personas para atender todas las áreas que la componen y de las cuales 25 operan en la Planta de Café 1820. Tiene 40 años de existir en Nicaragua y de recurrir a los servicios de tantas personas que constituyen la fuerza laboral y ponen en marcha cada una de sus actividades diarias.

1.3 Misión y Visión del negocio

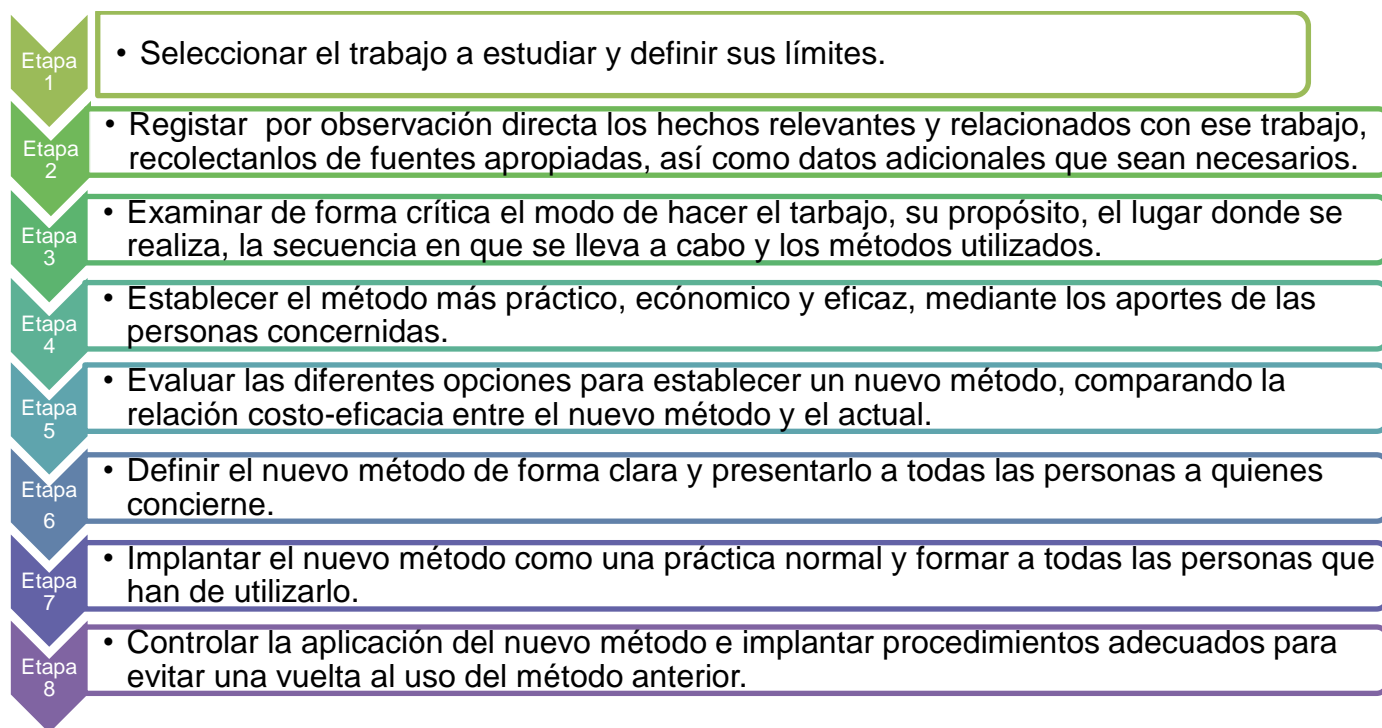
La Misión es proporcionar a las familias nicaragüenses productos de consumo masivo, con marcas líderes de alta calidad y a precios justos, a fin de satisfacer sus necesidades.

La Visión es ser la distribuidora líder en Nicaragua, por la calidad de sus productos, con una excelencia en el servicio al cliente mediante una distribución eficaz, logrando cobertura nacional, con un equipo de profesionales que brinden un servicio integral a sus clientes.

1.4 Enfoque del estudio de métodos

El estudio de métodos⁹, es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras.

El enfoque básico del estudio de métodos consiste en ocho etapas, que son:



1.5 Selección del trabajo para estudio:

El trabajo a estudiar es el proceso de encharolado¹⁰ en la Planta de Café 1820, pero para ello se analizó el proceso como tal, para llegar a nuestro objeto de estudio. El trabajo se compone de diferentes actividades que van desde el armado de charolas hasta el empaque de las mismas.

⁹ Introducción al Estudio del Trabajo-OIT

¹⁰ Frascos de café colocados en una charola de cartón

1.6 Registrar los hechos:

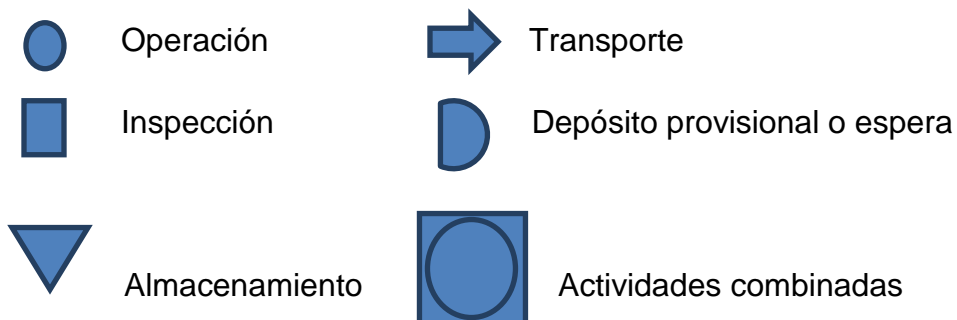
Una vez que se selecciona el trabajo a estudiar, se registran todos los hechos relativos al método existente.

Para registrar dichos hechos, se elaboró un gráfico o un diagrama que son las técnicas más usadas para indicar los hechos paso a paso,

Gráficos:

- Cursograma sinóptico del proceso
- Cursograma analítico del proceso

Los símbolos utilizados en los cursogramas y que indican las actividades son:



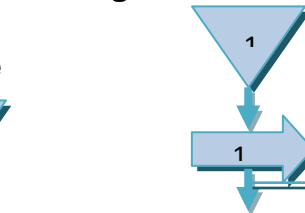
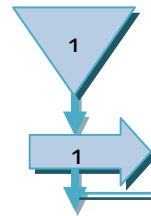
El cursograma sinóptico, es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones.

A continuación se muestra el diagrama sinóptico para la elaboración de una charola:

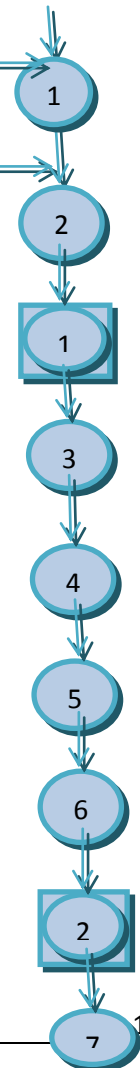
Diagrama sinóptico para la elaboración de una charola realizada en la Planta de Café 1820

Cursograma de la Materia prima

Cursograma del café



Cursograma del proceso en el área de trabajo 1



Materia prima: frascos, charolas de cartón y tapas que se encuentran en la bodega de almacenamiento. Todos estos elementos se trasladan al área de trabajo 1 donde se lleva a cabo el proceso de encharolado. El café instantáneo se encuentra almacenado en el área de trabajo 1, por lo que sólo se traslada a la mesa de trabajo 1 donde se realiza la operación 2.

1.7 Examinar el modo de hacer el trabajo:

Se elaboró un cursograma sinóptico, donde se aprecia la secuencia de los movimientos que realizan las empacadoras para encharolar una charola de café.

Cursograma Sinóptico, describe las principales operaciones e inspecciones que se reflejan en él para que nos demos una idea de cómo va el proceso, enfocándonos en las actividades que realiza la empacadora para cumplir su objetivo final, que es la producción de charolas,

Operación 1: Armar las charolas de cartón con la ayuda de una engrapadora, de ésta manera se unen las 4 puntas de cartón y se forma la charola¹¹ donde se introducen los frascos una vez estén llenos de café 1820. El tamaño de la charola también se diferencia en dependencia de la presentación del frasco a producir, puesto que las charolas de 100 y 150 gramos contienen 12 frascos y la charola de 50 gramos contiene 24 frascos.

Operación 2: Llenar los frascos esparcidos en la mesa de trabajo 1; esto se hace con un embudo que se introduce en cada frasco que va a ser llenado con la cuchara metálica que extrae el café instantáneo que se encuentra en una caja a granel, que a su vez es transportada de la misma área donde se llenan los frascos debido a que ahí es donde se almacenan empolinadas las cajas de café a granel.

Operación Combinada 1: Inspeccionar y pesar cada frasco para garantizar que cada uno tenga el peso requerido, en dependencia de la presentación que se esté produciendo (50, 100 ó 150 gramos). Esta es otra de las actividades más tardadas, puesto que se debe ser muy exacto en el pesaje. Por ejemplo, si un frasco tienen el peso por debajo del estándar, se llena un poco más con café (al lado de la pesa se mantiene una bandejita de frascos de café que sirven para rellenar o para quitarle café a los frascos que se están pesando), pero si es lo contrario, si el frasco está por arriba del estándar se debe extraer café del frasco y echarlo en los frascos de la bandejita.

¹¹ Ver anexo 2. Charola ya terminada

Operación 3: Limpiar el cuello del frasco para eliminar los restos de café en el cuello. Ésta actividad se hace con la ayuda de paños húmedos que retiran con facilidad el café sobrante en el borde, para que la tapa sea colocada y socada con suma delicadeza.

Operación 4: Tapar cada frasco con la tapa respectiva (que va en dependencia de la presentación que se está produciendo) y socar la misma para evitar posibles filtraciones de aire en el frasco y así evitar que el café se endurezca y tienda a formar grumos o pelotas.

Operación 5: Limpiar el frasco completo para eliminar suciedades y restos de café, para que cuando se coloque la etiqueta en el mismo, tenga una buena presentación y nitidez en el trabajo.


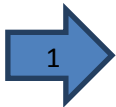

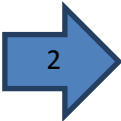


Operación 6: Etiquetar el frasco una vez que las etiquetas ya contengan pegamento para adherirse al él y así proceder con el siguiente paso. Ésta actividad también debe hacerse con mucho cuidado, pues las etiquetas deben quedar socadas y bien adheridas al frasco para evitar que se suelten o se resbalen del mismo.








Operación Combinada 2: Lotificar el frasco, colocarle la fecha del día y verificar que el lote y la fecha estén correctamente.

Operación 7: Sellar cada charola utilizando plástico adhesivo y tape transparente para sujetar los extremos del plástico (repetir dos veces ésta actividad para asegurar que la charola quede bien sellada).

El cursograma analítico, es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

A continuación se muestra el diagrama analítico para la elaboración de una charola en el área de trabajo 1:

Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 2		Método Original	
Producto: Charolas de Café 1820		Operarios (s): Zenelia Vega,	
Proceso: Encharolado		Estela ...	
		Lugar: Área de empaque	
		Compuesto por: Paola Escobar	
		Aprobado por: Marlon Herrera	
		Fecha:	
Distancia (metros)	Símbolo	Actividad	Tipo de Actividad
		Almacén de charolas y frascos.	
15 m		Transporte de charolas y frascos a área de empaque.	No Productiva
		Armado de charolas.	Productiva
5 m		Transporte de café al área de trabajo.	No Productiva
		Llenado de frascos	Productiva
		Inspección y pesado de frascos	Productiva

	Limpieza del cuello del frasco.	Productiva
	Tapado y socado del frasco.	Productiva
	Limpieza completa del frasco	Productiva
	Espera de llenado y pesado De toda la producción.	No Productiva
	Etiquetado del frasco.	Productiva
	Lotificado y verificado de fecha de vencimiento, lote, etc.	Productiva
	Sellado de charola con Plástico adhesivo.	Productiva

1.8 Técnica del interrogatorio

Después de examinar el método de trabajo se realizó la técnica del interrogatorio y la del interrogatorio profundo para ver de qué mejor manera se puede llevar a cabo el proceso de encharolado.

Esta técnica, es el medio de efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas.

El propósito con que se emprenden las actividades?

El lugar donde se emprenden las actividades?

La sucesión en que se emprenden las actividades?

La persona por las que se emprenden las actividades?

Los medios por los que se emprenden las actividades?

Con objeto de eliminar, combinar, ordenar de nuevo ó simplificar dichas actividades.

Técnica del interrogatorio									
	Armado de charola	Llenado de frascos	Inspección y pesado de frascos	Limpieza de cuello	Tapado de frasco	Limpieza de frasco	Etiquetado	Lotificado	Sellado
Qué se hace en realidad?	Se transportan los frascos y las charolas de cartón desde la bodega hasta el área de trabajo 1, para luego armar las charolas.	Se llenan los frascos con una cuchara metálica y un embudo plástico	Se pesan y se verifica que cada frasco tenga el peso requerido para cada presentación.	Se pasa un paño húmedo sobre el cuello del frasco.	Se coloca la tapa sobre el frasco y se soca para evitar que entre aire en él.	Se limpia todo el frasco con la ayuda de un paño húmedo para eliminar suciedades.	Se colocan las etiquetas alrededor de cada frasco con la ayuda de pegamento blanco.	Se colocan las tiras de lote en una pistola lotificador a para ser puesto sobre la etiqueta del frasco.	Se coloca la charola sobre paletizante para luego dar dos vueltas y cubrir toda la charola y es sellada con tape.
Por qué hay que	Porque ahí es donde se	Porque es necesario	Porque es necesario	Se hace para	Porque es necesario	Porque el frasco	Porque es la presentación	Porque se debe	Porque se debe sellar

hacerlo?	colocan los frascos de café que distribuidos en el mercado.	llenar los frascos de café.	que cada frasco tenga el peso exacto en dependencia de la presentación.	eliminar los restos de café en él.	sellar el frasco.	debe estar limpia antes de etiquetarlo .	del producto.	reflejar en el producto el número de lote y la fecha de vencimiento del producto.	toda la charola para que los frascos permanezcan en ella.
Dónde se hace?	Se lleva a cabo en el área de trabajo 1,	Se lleva a cabo en el área de trabajo 1,	Se lleva a cabo en el área de trabajo 1,	Se lleva a cabo en el área de trabajo 1,	Se lleva a cabo en el área de trabajo 1,	Se lleva a cabo en el área de trabajo 1,	Se lleva a cabo en el área de trabajo 1,	Se lleva a cabo en el área de trabajo 1,	Se lleva a cabo en el área de trabajo 1,

Por qué se hace allí?	Porque la planta tiene dos áreas de trabajo, el área 1 donde se da el encharolado y el área de trabajo 2 que es donde se empacan sachets de café.	Porque la planta tiene dos áreas de trabajo, el área 1 donde se da el encharolado y el área de trabajo 2 que es donde se empacan sachets de café.	Porque la planta tiene dos áreas de trabajo, el área 1 donde se da el encharolado y el área de trabajo 2 que es donde se empacan sachets de café.	Porque la planta tiene dos áreas de trabajo, el área 1 donde se da el encharolado y el área de trabajo 2 que es donde se empacan sachets de café.	Porque la planta tiene dos áreas de trabajo, el área 1 donde se da el encharolado y el área de trabajo 2 que es donde se empacan sachets de café.	Porque la planta tiene dos áreas de trabajo, el área 1 donde se da el encharolado y el área de trabajo 2 que es donde se empacan sachets de café.	Porque la planta tiene dos áreas de trabajo, el área 1 donde se da el encharolado y el área de trabajo 2 que es donde se empacan sachets de café.	Porque la planta tiene dos áreas de trabajo, el área 1 donde se da el encharolado y el área de trabajo 2 que es donde se empacan sachets de café.	Porque la planta tiene dos áreas de trabajo, el área 1 donde se da el encharolado y el área de trabajo 2 que es donde se empacan sachets de café.
Cuándo se hace?	A las 7:00 am se comienzan a trasladar	Después de que son esparcidos los frascos	Se hace una vez que se van llenando	La actividad inicia una vez hayan en la mesa	Se hace después que el cuello del	A medida que se van tapando	Se hace una vez que se terminan de realizar las	Cuando ya están etiquetados todos	Una vez que se realizaron todas las actividades

	los materiales de la bodega para emprender la primera actividad del proceso.	en la mesa de trabajo	los frascos con café.	de trabajo frascos ya pesados y verificados.	frasco está limpio.	los frascos se va realizando ésta actividad.	actividades anteriores y cuando ya está hecha toda la producción.	los frascos que compone la producción que corresponde ha dicho lote.	que componen el proceso, ya que ésta es la última.
Por qué se hace en ese momento?	Porque si no se hace desde que comienza la jornada laboral, se atrasaría todo el proceso como tal.	Porque es la primera actividad para llevar a cabo el resto del proceso.	Porque las actividades van en cadena y dependen una de la otra para continuar con el resto del	Porque las actividades van en cadena y dependen una de la otra para continuar con el resto del proceso.	Porque las actividades van en cadena y dependen una de la otra para continuar con el resto del	Porque las actividades van en cadena y dependen una de la otra para continuar con el resto del	Porque se debe esperar a que esté lista toda la producción del día.	Porque es una de las últimas actividad es del proceso y solamente se puede	Porque es la última actividad dentro del proceso.

			proceso.		proceso.	proceso.		llevar a cabo una vez que el frasco está etiquetado.	
Quién lo hace?	Cualquiera de las empacadoras	Cualquiera de las empacadoras	Cualquiera de las empacadoras	Cualquiera de las empacadoras	Cualquiera de las empacadoras	Cualquiera de las empacadoras	Cualquiera de las empacadoras	Cualquiera de las empacadoras	Cualquiera de las empacadoras
Por qué lo hace esa persona?	Porque no hay persona específica para hacerlo.	Porque no hay persona específica para hacerlo.	Porque no hay persona específica para hacerlo.	Porque no hay persona específica para hacerlo.	Porque no hay persona específica para hacerlo.	Porque no hay persona específica para hacerlo.	Porque no hay persona específica para hacerlo.	Porque no hay persona específica para hacerlo.	Porque no hay persona específica para hacerlo.
Cómo se hace?	Se coloca la engrapadora	Se toma el café de	Se pesan y se extrae o	Se humedece	Se coloca la tapa	Con una paño	Se coloca pegamento	Se coloca el lote en	Se coloca la charola sobre

	a industrial en una silla, una empacadora sostiene la charola y une cada extremo de ella para que la otra empacadora que tiene la engrapadora, engrape cada una de las puntas y arme la charola.	una caja a granel y se vierte en los frascos con la cuchara y el embudo.	vierte café en los frascos para lograr el peso estipulado por presentación.	un paño y se pasa por el borde del frasco para eliminar los restos de café que quedan en él.	sobre el frasco y se soca para evitar que entre aire en él.	húmedo se eliminan las suciedades y restos de café en todo el frasco.	en los bordes de la etiqueta para luego ponerla alrededor de cada frasco de manera que quede ajustada.	cada frasco para indicar el número del lote y la fecha de vencimiento del producto.	paletizante para luego dar dos vueltas y cubrir toda la charola y es sellada con tape.
Por qué se hace de ese modo?	Porque todo el proceso es manual y	Porque todo el proceso es	Porque es una manera	Porque es la única manera	Porque es necesario mantener	Porque es la única manera	Porque es la única manera de	Porque es una manera	Porque el paletizante es un material

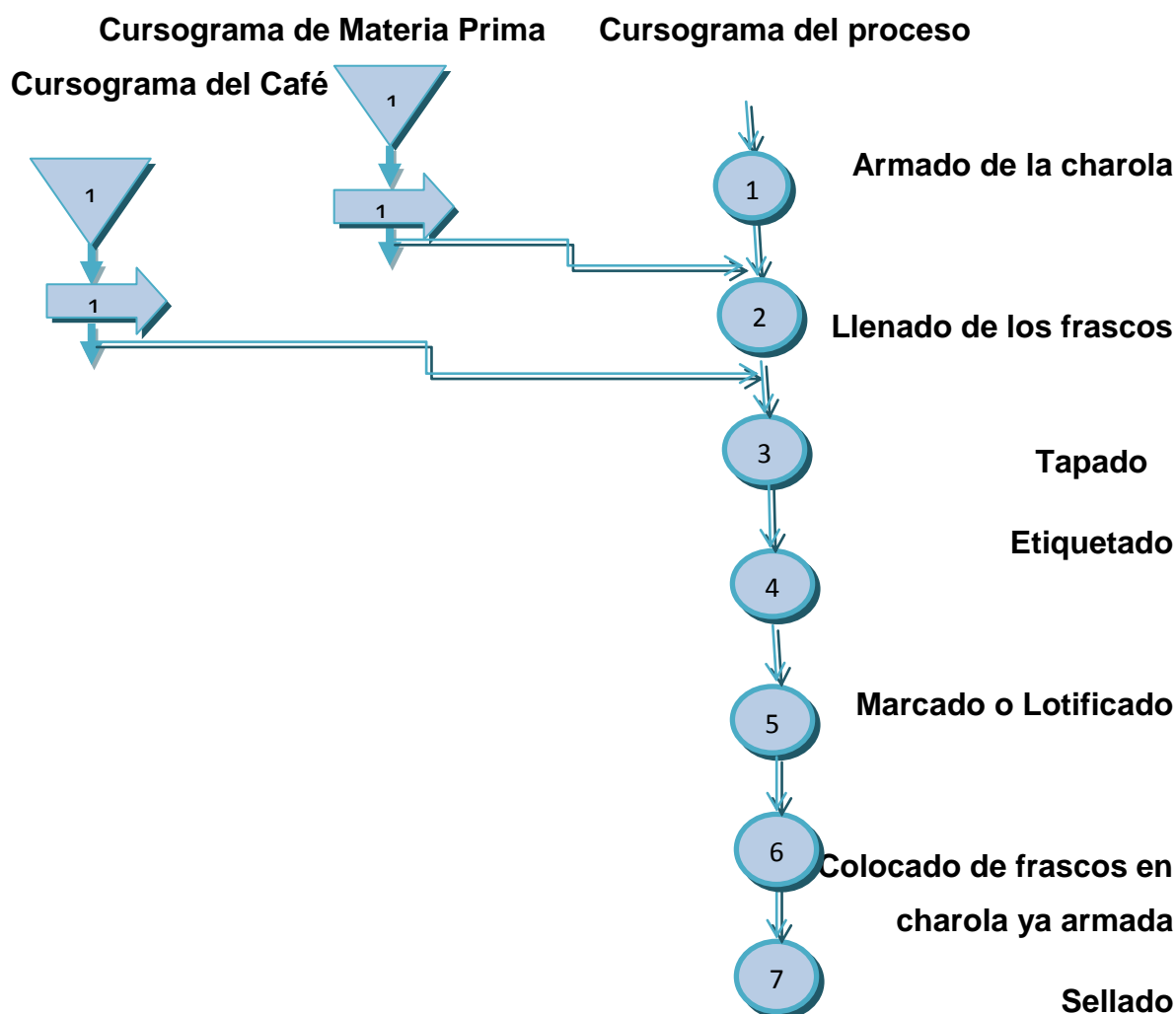
	no hay otros medios para realizar las operaciones .	manual y no hay otros medios para realizar las operaciones.	manual de pesar los frascos y alcanzar el peso exacto.	manual para eliminar los restos de café.	sellado el frasco para que el café no se endurezca con el aire.	manual para eliminar los restos de café.	colocar las etiquetas en el frasco.	fácil y sencilla de hacerlo.	fuerte para proteger los frascos y transparente para dejar a la vista el producto.
De qué otro modo podría hacerse?	Esa actividad debe hacerse de esa manera, no se puede implementar una máquina que lo haga por ellas.	Podría hacerse con la ayuda de una máquina para hacer la actividad de manera más rápida.	De manera automatizada, donde se vierta en el frasco la cantidad de café exacta para evitar el pesaje manual.	Si las actividades anteriores a ella se hicieran automatizadas, no sería necesario utilizar un paño húmedo.	Con la ayuda de una máquina que le coloque automáticamente la tapa, una vez que está lleno el frasco de café.	Si el método fuera automatizado, no sería necesario realizar ésta actividad.	Con la ayuda de una máquina, que coloque la etiqueta alrededor del frasco.	Esa manera es rápida, fácil y sencilla.	Esa manera es rápida, fácil y sencilla.

Cómo debería hacerse?	De igual manera a como se hace en la planta.	De una manera automatizada que mejore todo el proceso.	De una manera automatizada que mejore todo el proceso.	Con un soplete de aire que elimine los restos de café.	De una manera automatizada que mejore todo el proceso.	No debería ser necesario realizar dicha actividad.	De una manera automatizada que mejore todo el proceso.	De la misma manera en que se hace.	De la misma manera en que se hace.
------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	------------------------------------	------------------------------------

1.9 Definición del nuevo método

Este cursograma sinóptico refleja cómo sería si se automatizara el proceso de encharolado y las actividades que quedarían en dicho proceso.

Diagrama sinóptico del proceso de encharolado automatizado en la Planta de café 1820



En este Cursograma sinóptico, se observa casi las mismas operaciones, con algunas diferencias,

Operación 1: Armar las charolas de cartón con la ayuda de una engrapadora, de ésta manera se unen las 4 puntas de cartón y se forma la charola¹² donde se introducen los frascos una vez estén llenos de café 1820. El tamaño de la charola también se diferencia en dependencia de la presentación del frasco a producir, puesto que las charolas de 100 y 150 gramos contienen 12 frascos y la charola de 50 gramos contiene 24 frascos.

Operación 2: En ésta operación se colocan los frascos en la máquina para que ésta comience el llenado lineal de cada uno de los frascos.

Operación 3: Una vez que se van llenando los frascos, pasan directamente a la otra parte de la máquina que es la tapadora, que funciona con un enroscado automático de la tapa correspondiente sobre el frasco que contiene el café instantáneo, mediante 3 juegos de discos giratorios de apriete con control de torque.

Operación 4: Etiquetado de cada frasco, esto se hace con la ayuda de una etiquetadora que funciona con un sistema de aplicación de etiquetas auto adheribles para envases cilíndricos o de caras planas.

Operación 5: Marcaje de cada frasco por medio de transferencia térmica, para acoplarse a equipos de etiquetado de la serie CHS¹³, ya que la manera utilizada para lotificar cada frasco y cada charola no es la más eficiente y permitida, por lo que se propone utilizar una marcadora que imprima en ellos un código que identifique la fecha y el lote que corresponde a dicha producción.

Operación 6: Colocar los frascos en la charola, de modo que se pueda realizar exitosamente la última actividad del proceso.

¹² Ver anexo 2. Charola ya terminada

¹³ Serie CHS: Sistema de impresión de códigos, fechas o números de lote

Operación 7: Sellar la charola con plástico adhesivo (paletizante) y tape transparente.

La operación 2 del cursograma sinóptico anterior, pasa a ser la operación 2, que en éste caso es la actividad principal y con la que se inicia todo el proceso, la operación combinada 1, la operación 3 y la 5 desaparecer por completo, ya que no es necesario pesar cada frascos puesto que la cantidad de café vertida en cada frasco es la exacta, la limpieza del cuello así como todo el frasco ya no es necesaria con la implementación de la nueva máquina y las operaciones 4, 6 y 7 pasan a ser otro número de operación menor al que tenían, por ende el tiempo del proceso es mucho más corto que el manual.

CAPITULO II: ESTUDIO DE TIEMPOS

El estudio de tiempos, es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar al tarea según una norma de ejecución preestablecida.

2.1 Material Fundamental

El estudio de tiempos exige cierto material fundamental,

- Cronómetro
- Tablero de observaciones
- Formularios de estudio de tiempos

Cronómetro: Se utilizan dos tipos de cronómetros, el mecánico y el electrónico. El mecánico se subdivide en tres tipos: Ordinario, con vuelta a cero y el de registro fraccional de segundos u otra unidad de tiempo (éste es el menos usado). El electrónico comprende dos subdivisiones: el que se utiliza solo y el que se utiliza integrado en un dispositivo electrónico de registro.

El cronómetro ordinario, se inicia o se detiene el movimiento por medio de una corredera (A) situada al lado de la corona para dar cuerda (B). si se presiona la corona, las dos manecillas vuelven a cero sin que se detenga el mecanismo, y desde ese punto inmediatamente se ponen nuevamente en movimiento.

El cronómetro con vuelta a cero, se regula oprimiendo la corona; con la primera presión las agujas se ponen en movimiento, con la segunda se detienen y con la tercera vuelven a cero.

El cronómetro para registrar fracciones de unidad funciona oprimiendo la segunda corona para que una de las manecillas se detenga mientras que la otra siga en movimiento, si se aprieta de nuevo la corona, la manecilla parada se coloca a la

par de la que está en movimiento y ambas continúan andando juntas. Gracias a la posibilidad de observar la manecilla parada se pueden obtener datos más exactos que con una aguja en movimiento.

El cronómetro electrónico cumple exactamente las mismas funciones que el de tipo mecánico, con la ventaja que el electrónico permite efectuar un cronometraje con vuelta a cero sumamente preciso. Éstos pueden a menudo utilizarse de diferentes formas y se les puede ajustar para el registro de fracciones de segundos, minutos u horas.

Tablero de observaciones:

Es un tablero liso, sencillo, generalmente de madera contrachapada o de un material plástico apropiado, donde se fijan los formularios para anotar las observaciones. Deberá ser rígido y de un tamaño mayor que el más grande de los formularios que se utilicen, puede tener un dispositivo para sujetar el cronómetro, de modo que el especialista quede con las manos relativamente libres y vea fácilmente el cronómetro.

Formularios para el estudio de tiempos:

Los estudios de tiempos exigen el registro de numerosos datos (códigos o descripciones de elementos, duración de elementos, notas aplicativas). Los apuntes se pueden tomar en hojas en blanco, pero mucha más cómodo es emplear formularios impresos, todos del mismo formato, lo que permite colocarlos en ficheros fáciles de consultar después.

Los formularios impresos, obligan a seguir cierto método y no dejan omitir ningún dato esencial.

Los formularios para reunir datos constan de:

- Primera hoja de estudio de tiempos¹⁴
- Hojas siguientes

¹⁴ Tipos de Formularios para reunir datos.

- Formulario para ciclo breve

2.2 Selección del trabajo

Lo mismo que en el estudio de métodos, primero hay que hacer la selección del trabajo que se va a estudiar. Como en éste caso ya se seleccionó el trabajo a estudiar que en sí, es el encharolado, se debe medir el tiempo de las actividades del proceso actual.

2.3 El estudio de tiempos y los trabajadores

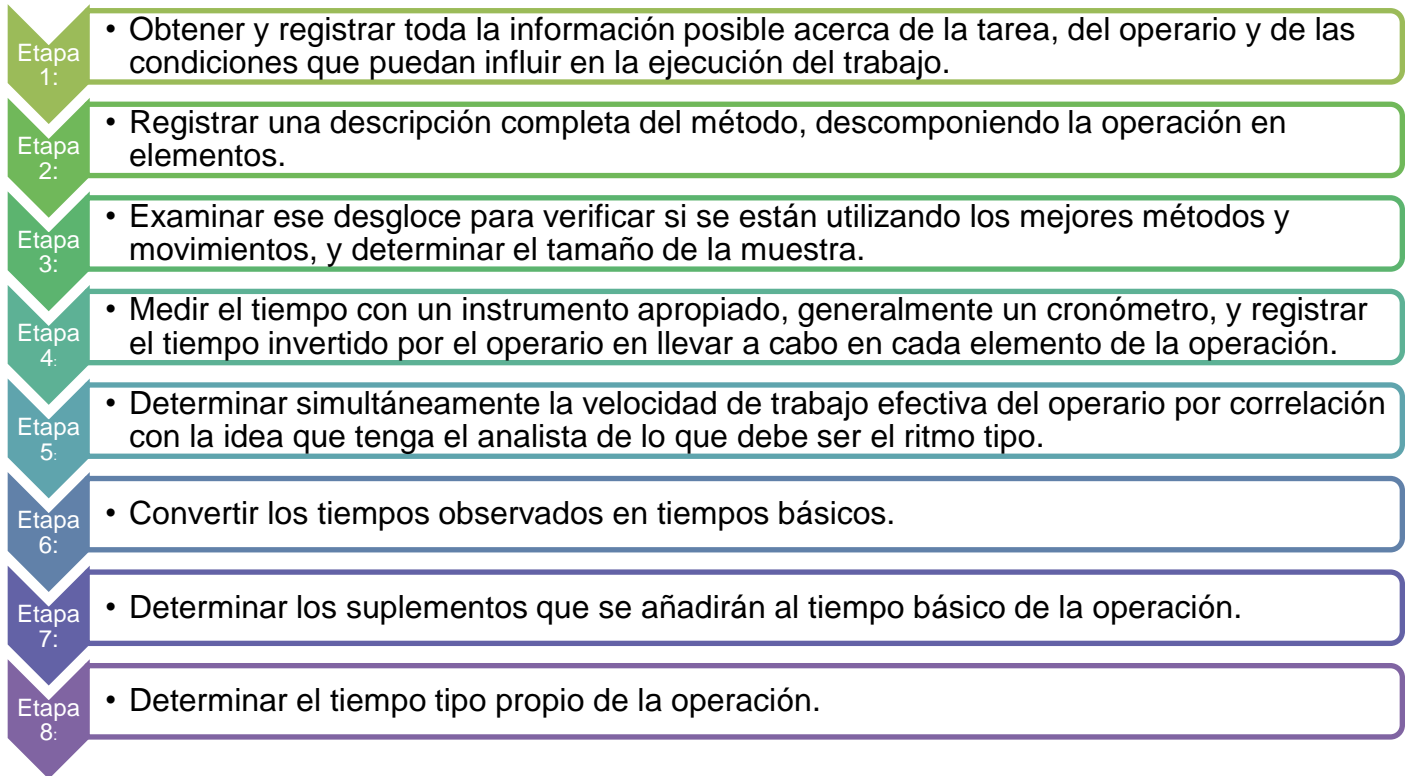
Como el estudio de tiempos tiene un tanto que ver con el desempeño de cada trabajador que realice el proceso como tal, aquí se debe seleccionar entre varias empacadoras a la más competente y constante en su trabajo, dicho de éste modo, debido a que deberá tener un rendimiento promedio o ligeramente superior, y en ningún caso puede ser una persona que por temperamento no pueda trabajar normalmente cuando siente que la observan.

En la práctica del estudio se hace la distinción entre los trabajadores llamados “representativos” y los “calificados”.

Es representativo, aquel cuya competencia y desempeño corresponden al promedio del grupo estudiado, lo que no coincide necesariamente con el concepto del trabajador calificado, que es aquel que tiene la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad.¹⁵

¹⁵ BSI: Glosario de términos usados en los servicios de administración, BSI 3138 (Londres, 1991)

2.4 Etapas del estudio de tiempos



Con la realización de cada de cada una de éstas etapas se llega a determinar los puntos necesarios para obtener un buen estudio de tiempos y por ende una buena comparación de ambos procesos, una vez se han concluido los dos estudios pertinentes.

2.5 Tipos de Elementos:

Los elementos se han dividido en 8 tipos: repetitivos, casuales, constantes, variables, manuales, mecánicos, dominantes y extraños.

Los repetitivos reaparecen en cada ciclo del trabajo estudiado; los casuales son los que no reaparecen en cada ciclo, sino a intervalos tanto regulares como irregulares; los constantes son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución es siempre igual, los variables son aquellos cuyo tiempo básico de ejecución cambia según ciertas características del producto, equipo o proceso, como dimensiones,

peso, calidad, etc.; los manuales son los realizados por el trabajador; los mecánicos son los realizados automáticamente por una máquina (o proceso) a base de fuerza motriz; los dominantes son los que duran más tiempo que cualquiera de los demás elementos realizados y simultáneamente y los extraños son los observados durante el estudio y que al ser analizados no resultan ser una parte necesaria del trabajo.

Los elementos que se dan a lo largo del proceso de llenado de charolas, son de tipo variables ya que el tiempo básico de ejecución de cada uno de ellos cambia de acuerdo a las características del producto, que en éste caso van en dependencia de la presentación del frasco (50, 100 y 150 gramos) y son de tipo manual, debido a que éstos elementos son hechos por las empacadoras.

2.6 Tamaño de la Muestra

En él se debe determinar el tamaño de la muestra o el número de observaciones que deben efectuarse para cada elemento, dado un nivel de confianza y un margen de exactitud predeterminado.

Para tal efecto, se pueden utilizar dos métodos que son el estadístico y el tradicional.

Se utilizó el método estadístico, donde se efectúan cierto número de observaciones preliminares (n) y luego aplicar la fórmula siguiente para un nivel de confianza de 95 por ciento y un margen de error de ± 5 por ciento.

$$N = \left(\frac{t(n-1) \alpha/2 * \sigma}{\bar{X} * \varepsilon} \right)^2$$

Siendo:

N= tamaño de la muestra que deseamos determinar,

t (n-1) $\alpha/2$ = número de observaciones del estudio preliminar,

σ = desviación estándar

\bar{X} = media de las observaciones

ε = error

Método de Calificación

Dado que todo el proceso está compuesto de 7 operaciones y 2 operaciones combinadas, es necesario dividir cada una de ellas en los elementos que la componen y a su vez evaluar la actuación del operario utilizando el método de Westinghouse¹⁶, donde se consideran cuatro factores que son: Habilidad, Esfuerzo o desempeño, Condiciones y Consistencia que darán en sí como resultado el factor de actuación a utilizar en las distintas operaciones que componen el proceso como tal.

La habilidad o destreza se define como "pericia en seguir un método dado" y en un operario se determina por su experiencia y sus actitudes inherentes, como coordinación natural y ritmo de trabajo. En ella existen seis grados o clases de habilidades¹⁷ y éstos son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema (u óptima).

El esfuerzo o empeño se define "una demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia" y en un operario es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad y puede ser controlado en alto grado por el operario. Se divide en seis grados de calificación¹⁸ y son: deficiente (o bajo), aceptable, regular, bueno, excelente y excesivo.

Las condiciones en éste procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación. Se divide¹⁹ en: ideales, excelentes, buenas, regulares, aceptables y deficientes.

La consistencia del operario no tiene una regla de aplicabilidad, puesto que el observador debe estar prevenido contra el operario y la manera de actuar. Se

¹⁶ Estudio de Tiempos y Movimientos, Benjamín Niebel

¹⁷ Ver anexo 3. Tabla de los valores numéricos para los diferentes grados de habilidad

¹⁸ Ver anexo 4. Tabla de los valores numéricos para los diferentes grados de esfuerzo

¹⁹ Ver anexo 5. Tabla de los valores numéricos para los diferentes grados de condiciones

divide²⁰ en seis categorías que son: perfecta, excelente, buena, regular, aceptable y deficiente.

2.7 Cálculo del número de observaciones, valoración y tiempo normal de cada operación

En el proceso de encharolado, como se mencionó antes, se identificaron 7 operaciones y 2 operaciones combinadas. Una vez identificada cada una de ellas, se determinan los elementos que las componen.

A continuación se muestran las diferentes observaciones que se obtuvieron una vez realizado el cronometraje de cada uno de los elementos.

Operación 1: Armado de Charolas

El E₁ tiene como nombre armado de la charola al igual que el nombre de la operación debido a que inicia cuando la empacadora comienza a engrapar punta a punta de la charola para armarla y finaliza cuando la charola ya está armada.

Para éste elemento se tomaron 20 datos que nos sirvieron para emplear la fórmula de N que da como resultado el número de las observaciones que se necesitan para obtener una muestra más real.

Tabla 1. Tiempo de las observaciones tomadas para el E₁ en la operación 1

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀
E ₁	35	38	35	40	38	36	35	40	45	43	38	36	43	37	39	35	40	43	45	40

Se calcula el promedio del elemento haciendo la sumatoria de cada uno de los valores y dividiéndolos entre el número de observaciones de dicho elemento, dando como resultado el que se muestra a continuación:

$$E_1 = \sum T_i / n$$

²⁰ Ver anexo 6. Tabla de los valores numéricos de los diferentes grados de consistencia

$$E_1 = 38.65 \text{ segundos}$$

La fórmula que se ocupa para calcular la muestra real es la siguiente, en ésta se utiliza un nivel de confianza del 95%, por lo que el error que se utiliza para cada uno de los elementos es del 5% y la $t_{(n-1)} \alpha/2$ se saca de la tabla t de student²¹. Una vez obtenidos los datos, se insertan en la fórmula y se obtiene la muestra real, si ésta es mayor que la muestra preliminar, se toman nuevos datos hasta llegar al número de datos necesarios para alcanzar la N.

$$N = \left(\frac{t_{(n-1)} \alpha/2 * \sigma}{\bar{X} * \varepsilon} \right)^2$$

Y ésta que sigue es la que se utiliza para calcular la desviación estándar que se utiliza en la fórmula de N.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\bar{X} = 38.65$$

$$\varepsilon = 5\%$$

$$NC = 95\%$$

$$t_{(20-1)} \alpha/2 \quad t_{19}=95\%$$

$$\alpha = 1 - 0.95$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\alpha/2 = 0.025$$

$$t_{(n-1)} \alpha/2 = 2.093$$

²¹ Ver Anexo 7. Tabla t de student

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{19} (35 - 38.65)^2 + (38 - 38.65)^2 + (35 - 38.65)^2 + (40 - 38.65)^2 + (38 - 38.65)^2 + (36 - 38.65)^2 + (35 - 38.65)^2 + (40 - 38.65)^2 + (45 - 38.65)^2 + (43 - 38.65)^2 + (38 - 38.65)^2 + (36 - 38.65)^2 + (43 - 38.65)^2 + (37 - 38.65)^2 + (39 - 38.65)^2 + (35 - 38.65)^2 + (40 - 38.65)^2 + (43 - 38.65)^2 + (45 - 38.65)^2 + (40 - 38.65)^2}$$

$$\sigma = \sqrt{1/19 * 216}$$

$$\sigma = 3.3728$$

$$N = \left(\frac{2.093 * 3.3728}{38.65 * 0.05} \right)^2$$

N=13.3435 ≈ 13 observaciones

En éste caso el número de N es menor que la muestra preliminar, por lo que no se toman más datos, se utilizan los que ya se tienen y se hace uso del sistema Westinghouse para obtener la valoración del ritmo y se muestra a continuación:

Tabla 2. Valoración del ritmo en el elemento 1

Habilidad	C1	+0.06
Esfuerzo	E1	-0.04
Condiciones	C	+0.02
Consistencia	C	+0.01
Suma Algebraica		+0.05
Factor de Actuación		1.05

Una vez que se tiene la valoración, se calcula el tiempo normal para cada elemento y esto se hace con la siguiente fórmula:

$$T_n = \text{Tiempo observado} * \text{Valoración}$$

$$T_n = (35 \cdot 1.05) + (38 \cdot 1.05) + (35 \cdot 1.05) + (40 \cdot 1.05) + (38 \cdot 1.05) + (36 \cdot 1.05) + (35 \cdot 1.05) + (40 \cdot 1.05) + (45 \cdot 1.05) + (43 \cdot 1.05) + (38 \cdot 1.05) + (36 \cdot 1.05) + (43 \cdot 1.05) + (37 \cdot 1.05) + (39 \cdot 1.05) + (35 \cdot 1.05) + (40 \cdot 1.05) + (43 \cdot 1.05) + (45 \cdot 1.05) + (40 \cdot 1.05) / 20$$

$$T_n = 41.0025$$

Operación 2: Llenado

En la operación 2, se identifican 3 elementos. El E_1 tiene como nombre preparación de frascos e inicia cuando se colocan los frascos en la mesa de trabajo y finaliza cuando es abierto el plástico que los cubre.

Para éste elemento se tomaron como muestra preliminar 20 observaciones para la obtención de N.

Tabla 3. Tiempo de las observaciones tomadas para el E_1 en la operación 2

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}	T_{12}	T_{13}	T_{14}	T_{15}	T_{16}	T_{17}	T_{18}	T_{19}	T_{20}
E_1	15	17	15	18	19	21	15	18	16	17	20	22	19	21	22	18	16	14	15	18

Se calcula el promedio del elemento haciendo la sumatoria de cada uno de los valores y dividiéndolos entre el número de observaciones de dicho elemento, dando como resultado el que se muestra a continuación:

$$E_1 = \sum T_i / n$$

$$E_1 = 17.85 \text{ segundos}$$

$$N = \left(\frac{t(n-1)\alpha/2 * \sigma}{\bar{X} * \varepsilon} \right)^2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\bar{X} = 17.85$$

$$\varepsilon = 5\%$$

$$NC = 95\%$$

$$t_{(20-1) \alpha/2} \quad t_{19=95\%}$$

$$\alpha = 1 - 0.95$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\alpha/2 = 0.025$$

$$t_{(n-1) \alpha/2} = 2.093$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{19} (16 - 17.85)^2 + (17 - 17.85)^2 + (15 - 17.85)^2 + (18 - 17.85)^2 + (19 - 17.85)^2 + (21 - 17.85)^2 + (15 - 17.85)^2 + (18 - 17.85)^2 + (16 - 17.85)^2 + (17 - 17.85)^2 + (20 - 17.85)^2 + (22 - 17.85)^2 + (19 - 17.85)^2 + (21 - 17.85)^2 + (22 - 17.85)^2 + (18 - 17.85)^2 + (16 - 17.85)^2 + (14 - 17.85)^2 + (15 - 17.85)^2 + (18 - 17.85)^2}$$

$$\sigma = \sqrt{1/19 * 112.55}$$

$$\sigma = 2.4338$$

$$N = \left(\frac{2.093 * 2.4338}{17.85 * 0.05} \right)^2$$

N=32.57 ≈33 observaciones

Como N es mayor que la muestra preliminar, se tomaron 13 datos más para alcanzar el número que dio N.

Tabla 4. Observaciones para completar N

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	
E ₁	16	17	15	18	19	21	15	18	16	17	20	22	19	21	22	18	
	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₃	T ₂₄	T ₂₅	T ₂₆	T ₂₇	T ₂₈	T ₂₉	T ₃₀	T ₃₁	T ₃₂	T ₃₃
E ₁	16	14	15	18	17	15	19	20	17	21	22	18	16	14	17	21	15

De igual manera se crea la tabla de valoración para éste elemento y éste valor se multiplica por cada uno de los datos observados para obtener el tiempo normal del elemento 1 de la operación 2.

Tabla 5. Valoración del ritmo en el elemento 1

Habilidad	B2	+0.08
Esfuerzo	C2	+0.02
Condiciones	C	+0.02
Consistencia	C	+0.01
Suma Algebraica		+0.13
Factor de Actuación		1.13

$T_n = \text{Tiempo observado} \times \text{Valoración}$

$T_n = (16 \times 1.13) + (17 \times 1.13) + (15 \times 1.13) + (18 \times 1.13) + (19 \times 1.13) + (21 \times 1.13) + (15 \times 1.13) + (18 \times 1.13) + (16 \times 1.13) + (17 \times 1.13) + (20 \times 1.13) + (22 \times 1.13) + (19 \times 1.13) + (21 \times 1.13) + (22 \times 1.13) + (18 \times 1.13) + (16 \times 1.13) + (14 \times 1.13) + (15 \times 1.13) + (18 \times 1.13) + (17 \times 1.13) + (15 \times 1.13) + (19 \times 1.13) + (20 \times 1.13) + (17 \times 1.13) + (21 \times 1.13) + (22 \times 1.13) + (22 \times 1.13) + (18 \times 1.13) + (16 \times 1.13) + (14 \times 1.13) + (17 \times 1.13) + (21 \times 1.13) + (15 \times 1.13) / 33$

$T_n = 20.9221$

El E₂ tiene como nombre llenado e inicia cuando comienzan a verter el café dentro del frasco y finaliza cuando el frasco está totalmente lleno y se tomaron como muestra preliminar 20 datos que se muestran a continuación:

Tabla 6. Tiempo de las observaciones tomadas para el E₂ en la operación 2

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀
E₂	20	18	25	30	28	22	21	20	18	19	20	22	24	26	30	25	22	20	18	19

Se calcula el promedio del elemento haciendo la sumatoria de cada uno de los valores y dividiéndolos entre el número de observaciones de dicho elemento, dando como resultado el que se muestra a continuación:

$$E_2 = \sum T_i / n$$

$$E_2 = 22.35 \text{ segundos}$$

$$N = \left(\frac{t(n-1)\alpha/2 * \sigma}{\bar{X} * \varepsilon} \right)^2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\bar{X} = 22.35$$

$$\varepsilon = 5\%$$

$$NC = 95\%$$

$$t_{(20-1) \alpha/2} \quad t_{19=95\%}$$

$$\alpha = 1 - 0.95$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\alpha/2 = 0.025$$

$$t_{(n-1)} \alpha/2 = 2.093$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{19} (20 - 22.35)^2 + (18 - 22.35)^2 + (25 - 22.35)^2 + (30 - 22.35)^2 + (28 - 22.35)^2 + (22 - 22.35)^2 + (21 - 22.35)^2 + (20 - 22.35)^2 + (18 - 22.35)^2 + (19 - 22.35)^2 + (20 - 22.35)^2 + (22 - 22.35)^2 + (24 - 22.35)^2 + (26 - 22.35)^2 + (30 - 22.35)^2 + (25 - 22.35)^2 + (22 - 22.35)^2 + (20 - 22.35)^2 + (18 - 22.35)^2 + (19 - 22.35)^2}$$

$$\sigma = \sqrt{1/19 * 282.55}$$

$$\sigma = 3.8563$$

$$N = \left(\frac{2.093 * 3.8563}{22.35 * 0.05} \right)^2$$

N=52.1652 ≈ 52 observaciones

Como N es mayor a la muestra preliminar, se tomaron 32 datos más para alcanzar la N obtenida y luego se crea la tabla de valoración.

Tabla 7. Observaciones para completar N

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉
E ₂	20	18	25	30	28	22	21	20	18	19	20	22	24	26	30	25	22	20	18
	T ₂₀	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₃	T ₂₄	T ₂₅	T ₂₆	T ₂₇	T ₂₈	T ₂₉	T ₃₀	T ₃₁	T ₃₂	T ₃₃	T ₃₄	T ₃₅	T ₃₆	T ₃₇	T ₃₈
E ₂	19	21	23	25	22	18	19	20	26	22	21	23	19	24	23	22	20	24	25
	T ₃₉	T ₄₀	T ₄₁	T ₄₂	T ₄₃	T ₄₄	T ₄₅	T ₄₆	T ₄₇	T ₄₈	T ₄₉	T ₅₀	T ₅₁	T ₅₂					
E ₂	19	30	27	21	24	26	18	20	29	27	22	19	24	26					

Tabla 8. Valoración del ritmo en el elemento 2

Habilidad	B2	+0.08
Esfuerzo	C1	+0.05
Condiciones	C	+0.02
Consistencia	B	+0.03
Suma Algebraica		+0.18
Factor de Actuación		1.18

Con ésta valoración obtenida y los datos ya tomados, se calcula el tiempo normal, multiplicando la valoración por cada uno de los datos observados.

$T_n = \text{Tiempo observado} \times \text{Valoración}$

$$T_n = (20 \times 1.18) + (18 \times 1.18) + (25 \times 1.18) + (30 \times 1.18) + (28 \times 1.18) + (22 \times 1.18) + (21 \times 1.18) + (20 \times 1.18) + (18 \times 1.18) + (19 \times 1.18) + (20 \times 1.18) + (22 \times 1.18) + (24 \times 1.18) + (26 \times 1.18) + (30 \times 1.18) + (25 \times 1.18) + (22 \times 1.18) + (18 \times 1.18) + (19 \times 1.18) + (20 \times 1.18) + (26 \times 1.18) + (22 \times 1.18) + (21 \times 1.18) + (23 \times 1.18) + (19 \times 1.18) + (24 \times 1.18) + (23 \times 1.18) + (22 \times 1.18) + (20 \times 1.18) + (24 \times 1.18) + (25 \times 1.18) + (19 \times 1.18) + (30 \times 1.18) + (27 \times 1.18) + (21 \times 1.18) + (24 \times 1.18) + (26 \times 1.18) + (18 \times 1.18) + (20 \times 1.18) + (29 \times 1.18) + (27 \times 1.18) + (22 \times 1.18) + (19 \times 1.18) + (24 \times 1.18) + (26 \times 1.18) / 52$$

$$T_n = 26.6862$$

El E_3 tiene como nombre colocado de frascos e inicia cuando se colocan los frascos en la charola y finaliza cuando se han colocado todos los frascos en ella y se tomaron como muestra preliminar 10 datos que se muestran a continuación:

Tabla 9. Tiempo de las observaciones tomadas para el E₃ en la operación 2

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀
E₃	6	8	7	9	7	7	8	6	8	9

Se calcula el promedio del elemento haciendo la sumatoria de cada uno de los valores y dividiéndolos entre el número de observaciones de dicho elemento, dando como resultado el que se muestra a continuación:

$$E_3 = \sum T_i / n$$

$$E_3 = 7.5 \text{ segundos}$$

$$N = \left(\frac{t(n-1)\alpha/2 * \sigma}{\bar{X} * \varepsilon} \right)^2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\bar{X} = 7.5$$

$$\varepsilon = 5\%$$

$$NC = 95\%$$

$$t_{(10-1) \alpha/2} \quad t_9 = 95\%$$

$$\alpha = 1 - 0.95$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\alpha/2 = 0.025$$

$$t_{(n-1) \alpha/2} = 2.262$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{9} (6 - 7.5)^2 + (8 - 7.5)^2 + (7 - 7.5)^2 + (9 - 7.5)^2 + (7 - 7.5)^2 + (7 - 7.5)^2 + (8 - 7.5)^2 + (6 - 7.5)^2 + (8 - 7.5)^2 + (9 - 7.5)^2}$$

$$\sigma = \sqrt{1/9 * 10.5}$$

$$\sigma = 1.0801$$

$$N = \left(\frac{2.262 * 1.0801}{7.5 * 0.05} \right)^2$$

N=42.44 ≈ 42 observaciones

A continuación se muestran el resto de los datos que se tomaron para alcanzar N:

Tabla 10. Observaciones para completar N

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉
E ₃	6	8	7	9	7	7	8	6	8	9	6	8	7	9	7	7	8	7	7
	T ₂₀	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₃	T ₂₄	T ₂₅	T ₂₆	T ₂₇	T ₂₈	T ₂₉	T ₃₀	T ₃₁	T ₃₂	T ₃₃	T ₃₄	T ₃₅	T ₃₆	T ₃₇	T ₃₈
E ₃	6	9	6	8	8	7	7	8	8	9	7	7	6	7	7	7	6	7	7
	T ₃₉	T ₄₀	T ₄₁	T ₄₂															
E ₃	7	8	8	6															

Tabla 11. Valoración del ritmo en el elemento 3

Habilidad	B2	+0.08
Esfuerzo	C2	+0.02
Condiciones	C	+0.02
Consistencia	C	+0.01
Suma Algebraica		+0.13
Factor de Actuación		1.13

Con la valoración obtenida en la tabla, se calcula el tiempo normal de la siguiente manera:

$T_n = \text{Tiempo observado} \times \text{Valoración}$

$$T_n = (6 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (9 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (9 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (9 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (9 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (9 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (6 \times 1.13) / 42$$

$T_n = 8.2598$

Operación Combinada 1: Inspección y Pesaje

El E_1 tiene como nombre pesaje e inicia cuando la empacadora toma el frasco ya lleno de café y lo coloca en la pesa electrónica y finaliza cuando lo quita de la pesa una vez que tiene el peso requerido en dependencia de la presentación y se tomaron 20 datos como muestra preliminar que se muestran a continuación:

Tabla 12. Tiempo de las observaciones tomadas para el E_1 en la operación Combinada 1

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}	T_{12}	T_{13}	T_{14}	T_{15}	T_{16}	T_{17}	T_{18}	T_{19}	T_{20}
E_1	15	17	15	18	19	21	15	18	16	17	20	22	19	21	22	18	16	14	15	18

Se calcula el promedio del elemento haciendo la sumatoria de cada uno de los valores y dividiéndolos entre el número de observaciones de dicho elemento, dando como resultado el que se muestra a continuación:

$$E_1 = \sum T_i / n$$

$$E_1 = 7.5 \text{ segundo}$$

$$N = \left(\frac{t(n-1)\alpha/2 * \sigma}{\bar{X} * \varepsilon} \right)^2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\bar{X} = 17.9$$

$$\varepsilon = 5\%$$

$$NC = 95\%$$

$$t_{(20-1)} \alpha/2 \quad t_{19}=95\%$$

$$\alpha = 1 - 0.95$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\alpha/2 = 0.025$$

$$t_{(n-1)} \alpha/2 = 2.093$$

$$\begin{aligned} \sigma = \sqrt{\frac{1}{19} (14 - 17.9)^2 + (17 - 17.9)^2 + (19 - 17.9)^2 + (15 - 17.9)^2 + (20 - 17.9)^2 \\ + (16 - 17.9)^2 + (36 - 17.9)^2 + (18 - 17.9)^2 + (15 - 17.9)^2 \\ + (17 - 17.9)^2 + (19 - 17.9)^2 + (18 - 17.9)^2 + (16 - 17.9)^2 \\ + (17 - 17.9)^2 + (20 - 17.9)^2 + (19 - 17.9)^2 + (14 - 17.9)^2 \\ + (16 - 17.9)^2 + (15 - 17.9)^2 + (17 - 17.9)^2} \end{aligned}$$

$$\sigma = \sqrt{1/19 * 409.8}$$

$$\sigma = 4.6441$$

$$N = \left(\frac{2.093 * 4.6441}{17.9 * 0.05} \right)^2$$

N=117.95 ≈ 118 observaciones

N es mucho mayor a la muestra preliminar, por lo tanto se realizaron las observaciones restantes para alcanzar la muestra.

Tabla 13. Observaciones para completar N

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀
E ₁	14	17	19	15	20	16	36	18	15	17	19	18	16	17	20	19	14	16	15	17
	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₃	T ₂₄	T ₂₅	T ₂₆	T ₂₇	T ₂₈	T ₂₉	T ₃₀	T ₃₁	T ₃₂	T ₃₃	T ₃₄	T ₃₅	T ₃₆	T ₃₇	T ₃₈	T ₃₉	T ₄₀
E ₁	13	12	15	18	17	19	16	20	21	23	25	18	17	15	14	17	18	16	20	21
	T ₄₁	T ₄₂	T ₄₃	T ₄₄	T ₄₅	T ₄₆	T ₄₇	T ₄₈	T ₄₉	T ₅₀	T ₅₁	T ₅₂	T ₅₃	T ₅₄	T ₅₅	T ₅₆	T ₅₇	T ₅₈	T ₅₉	T ₆₀
E ₁	23	17	14	16	18	24	19	20	21	17	15	18	21	20	15	19	23	21	18	15
	T ₆₁	T ₆₂	T ₆₃	T ₆₄	T ₆₅	T ₆₆	T ₆₇	T ₆₈	T ₆₉	T ₇₀	T ₇₁	T ₇₂	T ₇₃	T ₇₄	T ₇₅	T ₇₆	T ₇₇	T ₇₈	T ₇₉	T ₈₀
E ₁	17	12	20	33	24	18	23	21	15	19	20	14	18	16	22	20	17	15	19	21
	T ₈₁	T ₈₂	T ₈₃	T ₈₄	T ₈₅	T ₈₆	T ₈₇	T ₈₈	T ₈₉	T ₉₀	T ₉₁	T ₉₂	T ₉₃	T ₉₄	T ₉₅	T ₉₆	T ₉₇	T ₉₈	T ₉₉	T ₁₀₀
E ₁	25	14	16	19	24	17	18	23	20	16	18	21	19	16	15	19	17	20	21	19
	T ₁₀₁	T ₁₀₂	T ₁₀₃	T ₁₀₄	T ₁₀₅	T ₁₀₆	T ₁₀₇	T ₁₀₈	T ₁₀₉	T ₁₁₀	T ₁₁₁	T ₁₁₂	T ₁₁₃	T ₁₁₄	T ₁₁₅	T ₁₁₆	T ₁₁₇	T ₁₁₈		
E ₁	17	19	19	16	18	21	14	18	17	16	20	15	19	17	19	20	21	16		

Tabla 14. Valoración del ritmo en el elemento 1

Habilidad	C1	+0.06
Esfuerzo	C1	+0.05
Condiciones	C	+0.02
Consistencia	C	+0.01
Suma Algebraica		+0.14
Factor de Actuación		1.14

Una vez que tenemos las 118 observaciones y ya se creó la tabla de valoración, se calcula el tiempo normal y se muestra a continuación:

T_n = Tiempo observado*Valoración

$$\begin{aligned} T_n = & (14*1.14)+(17*1.14)+(19*1.14)+(15*1.14)+(20*1.14)+(16*1.14)+(36*1.14)+(18* \\ & 1.14)+(15*1.14)+(17*1.14)+(19*1.14)+(18*1.14)+(16*1.14)+(17*1.14)+(20*1.14)+(1 \\ & 9*1.14)+(14*1.14)+(16*1.14)+(15*1.14)+(17*1.14)+(13*1.14)+(12*1.14)+(15*1.14)+ \\ & (18*1.14)+(17*1.14)+(19*1.14)+(16*1.14)+(20*1.14)+(21*1.14)+(23*1.14)+(25*1.14 \\ &)+(18*1.14)+(17*1.14)+(15*1.14)+(14*1.14)+(17*1.14)+(18*1.14)+(16*1.14)+(20*1. \\ & 14)+(21*1.14)+(23*1.14)+(17*1.14)+(14*1.14)+(16*1.14)+(18*1.14)+(24*1.14)+(19* \\ & 1.14)+(20*1.14)+(21*1.14)+(17*1.14)+(15*1.14)+(18*1.14)+(21*1.14)+(20*1.14)+(1 \\ & 5*1.14)+(19*1.14)+(23*1.14)+(21*1.14)+(18*1.14)+(15*1.14)+(17*1.14)+(12*1.14)+ \\ & (20*1.14)+(33*1.14)+(24*1.14)+(18*1.14)+(23*1.14)+(21*1.14)+(15*1.14)+(19*1.14 \\ &)+(20*1.14)+(14*1.14)+(18*1.14)+(16*1.14)+(22*1.14)+(20*1.14)+(17*1.14)+(15*1. \\ & 14)+(19*1.14)+(21*1.14)+(25*1.14)+(14*1.14)+(16*1.14)+(19*1.14)+(24*1.14)+(17* \\ & 1.14)+(18*1.14)+(23*1.14)+(20*1.14)+(16*1.14)+(18*1.14)+(21*1.14)+(19*1.14)+(1 \\ & 6*1.14)+(15*1.14)+(19*1.14)+(17*1.14)+(20*1.14)+(21*1.14)+(19*1.14)+(17*1.14)+ \\ & (19*1.14)+(19*1.14)+(16*1.14)+(18*1.14)+(21*1.14)+(14*1.14)+(18*1.14)+(17*1.14 \\ &)+(16*1.14)+(20*1.14)+(15*1.14)+(19*1.14)+(17*1.14)+(19*1.14)+(20*1.14)+(21*1. \\ & 14)+(16*1.14)/118 \end{aligned}$$

$T_n = 20.9644$

Operación 3: Limpieza de Cuello

El E_1 tiene como nombre limpieza de cuello e inicia cuando la empacadora toma el frasco ya pesado y pasa por el cuello del frasco un paño húmedo para retirar los sobrantes de café y finaliza cuando el borde del mismo ya está limpio y se muestra a continuación los datos que se tomaron como muestra preliminar:

Tabla 15. Tiempo de las observaciones tomadas para el E_1 en la operación 3

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}	T_{12}	T_{13}	T_{14}	T_{15}
E_1	6	5	7	6	6	7	5	5	7	7	6	6	5	7	6

Se calcula el promedio del elemento haciendo la sumatoria de cada uno de los valores y dividiéndolos entre el número de observaciones de dicho elemento, dando como resultado el que se muestra a continuación:

$$E_1 = \sum T_i / n$$

$$E_1 = 6 \text{ segundos}$$

$$N = \left(\frac{t(n-1)\alpha/2 * \sigma}{\bar{X} * \varepsilon} \right)^2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\bar{X} = 6$$

$$\varepsilon = 5\%$$

$$NC = 95\%$$

$$t_{(15-1) \alpha/2} \quad t_{14=95\%}$$

$$\alpha = 1 - 0.95$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\alpha/2 = 0.025$$

$$t_{(n-1)} \alpha/2 = 2.145$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{14} (6-6)^2 + (5-6)^2 + (7-6)^2 + (6-6)^2 + (6-6)^2 + (7-6)^2 + (5-6)^2 + (5-6)^2 + (7-6)^2 + (7-6)^2 + (6-6)^2 + (6-6)^2 + (5-6)^2 + (7-6)^2 + (6-6)^2}$$

$$\sigma = \sqrt{1/14 * 9}$$

$$\sigma = 0.8018$$

$$N = \left(\frac{2.145 * 0.8018}{6 * 0.05} \right)^2$$

N=32.863 ≈ 33 observaciones

Tabla 16. Observaciones para completar N

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	
E ₁	6	5	7	6	6	7	5	5	7	7	6	6	5	7	6	6	
	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₃	T ₂₄	T ₂₅	T ₂₆	T ₂₇	T ₂₈	T ₂₉	T ₃₀	T ₃₁	T ₃₂	T ₃₃
E ₁	7	5	5	7	7	6	6	6	5	5	6	6	5	5	6	6	5

En la tabla anterior se observan los datos totales que componen la muestra (N) y en la siguiente tabla se obtiene la valoración que se utilizará para calcular el tiempo normal de dicho elemento.

Tabla 17. Valoración del ritmo en el elemento 1

Habilidad	C2	+0.03
Esfuerzo	C1	+0.05
Condiciones	C	+0.02
Consistencia	D	0.00
Suma Algebraica		+0.10
Factor de Actuación		1.10

$T_n = \text{Tiempo observado} \times \text{Valoración}$

$$T_n = (6 \times 1.10) + (5 \times 1.10) + (7 \times 1.10) + (6 \times 1.10) + (6 \times 1.10) + (7 \times 1.10) + (5 \times 1.10) + (5 \times 1.10) + (7 \times 1.10) + (7 \times 1.10) + (6 \times 1.10) + (6 \times 1.10) + (5 \times 1.10) + (7 \times 1.10) + (6 \times 1.10) + (6 \times 1.10) + (7 \times 1.10) + (5 \times 1.10) + (5 \times 1.10) + (7 \times 1.10) + (7 \times 1.10) + (6 \times 1.10) + (6 \times 1.10) + (6 \times 1.10) + (5 \times 1.10) + (5 \times 1.10) + (6 \times 1.10) + (6 \times 1.10) + (5 \times 1.10) + (5 \times 1.10) + (6 \times 1.10) + (6 \times 1.10) + (5 \times 1.10) / 33$$

$T_n = 6.5$

Operación 4: Tapado de Frasco

El E_1 tiene como nombre tapado de frasco e inicia cuando la empacadora toma el frasco una vez que ya tiene limpio el cuello y finaliza cuando ya se le ha colocado la tapa correspondiente y se tomaron 15 observaciones como muestra preliminar que se toman como base para calcular N y se muestran a continuación:

Tabla 18. Tiempo de las observaciones tomadas para el E_1 en la operación 4

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}	T_{12}	T_{13}	T_{14}	T_{15}
E_1	10	12	9	11	10	11	13	9	10	12	11	10	10	9	11

Se calcula el promedio del elemento haciendo la sumatoria de cada uno de los valores y dividiéndolos entre el número de observaciones de dicho elemento, dando como resultado el que se muestra a continuación:

$$E_1 = \sum T_i / n$$

$$E_1 = 10.5 \text{ segundos}$$

$$N = \left(\frac{t(n-1)\alpha/2 * \sigma}{\bar{X} * \varepsilon} \right)^2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\bar{X} = 10.5$$

$$\varepsilon = 5\%$$

$$NC = 95\%$$

$$t_{(15-1) \alpha/2} \quad t_{14=95\%}$$

$$\alpha = 1 - 0.95$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\alpha/2 = 0.025$$

$$t_{(n-1) \alpha/2} = 2.145$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{14} (10 - 10.5)^2 + (12 - 10.5)^2 + (9 - 10.5)^2 + (11 - 10.5)^2 + (10 - 10.5)^2 + (11 - 10.5)^2 + (13 - 10.5)^2 + (9 - 10.5)^2 + (10 - 10.5)^2 + (12 - 10.5)^2 + (11 - 10.5)^2 + (10 - 10.5)^2 + (10 - 10.5)^2 + (9 - 10.5)^2 + (11 - 10.5)^2}$$

$$\sigma = \sqrt{1/14 * 19.75}$$

$$\sigma = 1.1877$$

$$N = \left(\frac{2.145 * 1.1877}{10.5 * 0.05} \right)^2$$

N=23.54≈24 observaciones

Tabla 19. Observaciones para completar N

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆
E ₁	10	12	9	11	10	11	13	9	10	12	11	10	10	9	11	10
	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₃	T ₂₄								
E ₁	10	9	11	10	11	11	10	9								

En la tabla anterior se observan los datos totales que componen la muestra (N) y en la siguiente tabla se obtiene la valoración que se utilizará para calcular el tiempo normal de dicho elemento.

Tabla 20. Valoración del ritmo en el elemento 1

Habilidad	B2	+0.08
Esfuerzo	C2	+0.02
Condiciones	C	+0.02
Consistencia	E	-0.02
Suma Algebraica		+0.10
Factor de Actuación		1.10

Una vez que tenemos las 24 observaciones y ya se creó la tabla de valoración, se calcula el tiempo normal y se muestra a continuación:

$T_n = \text{Tiempo observado} \times \text{Valoración}$

$T_n = (10 \times 1.10) + (12 \times 1.10) + (9 \times 1.10) + (11 \times 1.10) + (10 \times 1.10) + (11 \times 1.10) + (13 \times 1.10) + (9 \times 1.10) + (10 \times 1.10) + (12 \times 1.10) + (11 \times 1.10) + (10 \times 1.10) + (10 \times 1.10) + (9 \times 1.10) + (11 \times 1.10) + (10 \times 1.10) + (10 \times 1.10) + (9 \times 1.10) + (11 \times 1.10) + (10 \times 1.10) + (11 \times 1.10) + (11 \times 1.10) + (10 \times 1.10) + (9 \times 1.10) / 24$

$T_n = 11.4125$

Operación 5: Limpieza de Frasco

El E_1 tiene como nombre limpieza de frasco e inicia cuando la empacadora toma el frasco una vez tapado y finaliza cuando ésta elimina restos de café y suciedad del frasco con un paño húmedo y para éste se tomaron 12 observaciones que serán utilizados para el cálculo de la muestra N

Tabla 21. Tiempo de las observaciones tomadas para el E_1 en la operación 5

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}	T_{12}
E_1	8	6	5	7	5	5	6	7	8	7	6	5

Se calcula el promedio del elemento haciendo la sumatoria de cada uno de los valores y dividiéndolos entre el número de observaciones de dicho elemento, dando como resultado el que se muestra a continuación:

$$E_1 = \sum T_i / n$$

$$E_1 = 6.25 \text{ segundos}$$

$$N = \left(\frac{t(n-1)\alpha/2 * \sigma}{\bar{X} * \varepsilon} \right)^2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\bar{X} = 6.25$$

$$\varepsilon = 5\%$$

$$NC = 95\%$$

$$t_{(12-1) \alpha/2} \quad t_{11=95\%}$$

$$\alpha = 1 - 0.95$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\alpha/2 = 0.025$$

$$t_{(n-1) \alpha/2} = 2.201$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{11} (8 - 6.25)^2 + (6 - 6.25)^2 + (5 - 6.25)^2 + (7 - 6.25)^2 + (5 - 6.25)^2 + (5 - 6.25)^2 + (6 - 6.25)^2 + (7 - 6.25)^2 + (8 - 6.25)^2 + (7 - 6.25)^2 + (6 - 6.25)^2 + (5 - 6.25)^2}$$

$$\sigma = \sqrt{1/11 * 14.25}$$

$$\sigma = 1.1382$$

$$N = \left(\frac{2.201 * 1.1382}{6.25 * 0.05} \right)^2$$

N=64.2665≈64 observaciones

Tabla 22. Observaciones para completar N

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀
E ₁	8	6	5	7	5	5	6	7	8	7	6	5	5	6	7	7	8	6	8	5
	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₃	T ₂₄	T ₂₅	T ₂₆	T ₂₇	T ₂₈	T ₂₉	T ₃₀	T ₃₁	T ₃₂	T ₃₃	T ₃₄	T ₃₅	T ₃₆	T ₃₇	T ₃₈	T ₃₉	T ₄₀
E ₁	7	7	6	6	5	5	5	7	7	6	5	6	6	7	8	7	6	6	5	5
	T ₄₁	T ₄₂	T ₄₃	T ₄₄	T ₄₅	T ₄₆	T ₄₇	T ₄₈	T ₄₉	T ₅₀	T ₅₁	T ₅₂	T ₅₃	T ₅₄	T ₅₅	T ₅₆	T ₅₇	T ₅₈	T ₅₉	T ₆₀
E ₁	7	6	7	5	5	8	8	6	6	7	6	7	5	8	6	6	7	7	8	5
	T ₆₁	T ₆₂	T ₆₃	T ₆₄																
E ₁	5	7	8	7																

En la tabla anterior se observan los datos totales que componen la muestra (N) y en la siguiente tabla se obtiene la valoración que se utilizará para calcular el tiempo normal de dicho elemento.

Tabla 23. Valoración del ritmo en el elemento 1

Habilidad	B2	+0.08
Esfuerzo	C2	+0.02
Condiciones	C	+0.02
Consistencia	C	+0.01
Suma Algebraica		+0.13
Factor de Actuación		1.13

$T_n = \text{Tiempo observado} \times \text{Valoración}$

$$T_n = (8 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (6 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (5 \times 1.13) + (7 \times 1.13) + (8 \times 1.13) + (7 \times 1.13) / 64$$

$$T_n = 7.1684$$

Operación 6: Etiquetado

El E_1 tiene como nombre sellado e inicia cuando se coloca pegamento en los extremos de la etiqueta que va a ser colocada alrededor del frasco y finaliza cuando el frasco ya contiene dicha etiqueta bien socada para que ésta no se caiga o resbale de él y está compuesto por 18 observaciones que componen la muestra preliminar y se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 24. Tiempo de las observaciones tomadas para el E_1 en la operación 6

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}	T_{12}	T_{13}	T_{14}	T_{15}	T_{16}	T_{17}	T_{18}
E_1	20	15	15	15	25	20	20	20	20	20	15	15	15	15	16	15	16	20

Se calcula el promedio del elemento haciendo la sumatoria de cada uno de los valores y dividiéndolos entre el número de observaciones de dicho elemento, dando como resultado el que se muestra a continuación:

$$E_1 = \sum T_i / n$$

$$E_1 = 17.6 \text{ segundos}$$

$$N = \left(\frac{t(n-1)\alpha/2 * \sigma}{\bar{X} * \varepsilon} \right)^2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\bar{X} = 17.6$$

$$\varepsilon = 5\%$$

$$NC = 95\%$$

$$t_{(18-1) \alpha/2} \quad t_{17=95\%}$$

$$\alpha=1-0.95$$

$$\alpha =0.05$$

$$\alpha/2 =0.025$$

$$t_{(n-1)} \alpha/ 2=2.110$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{17} (20 - 17.6)^2 + (15 - 17.6)^2 + (15 - 17.6)^2 + (15 - 17.6)^2 + (25 - 17.6)^2 + (20 - 17.6)^2 + (20 - 17.6)^2 + (20 - 17.6)^2 + (20 - 17.6)^2 + (20 - 17.6)^2 + (15 - 17.6)^2 + (15 - 17.6)^2 + (15 - 17.6)^2 + (15 - 17.6)^2 + (15 - 17.6)^2 + (16 - 17.6)^2 + (15 - 17.6)^2 + (16 - 17.6)^2 + (20 - 17.6)^2}$$

$$\sigma= \sqrt{1/17*154.28}$$

$$\sigma= 3.0125$$

$$N= \left(\frac{2.110*3.0125}{17.6*0.05} \right)^2$$

N=52.17≈52 observaciones

Tabla 25. Observaciones para completar N

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉
E₁	20	15	15	15	25	20	20	20	20	20	15	15	15	15	16	15	16	20	16
	T ₂₀	T ₂₁	T ₂₂	T ₂₃	T ₂₄	T ₂₅	T ₂₆	T ₂₇	T ₂₈	T ₂₉	T ₃₀	T ₃₁	T ₃₂	T ₃₃	T ₃₄	T ₃₅	T ₃₆	T ₃₇	T ₃₈
E₁	15	15	20	16	16	15	15	15	15	15	15	15	16	15	20	15	20	20	15
	T ₃₉	T ₄₀	T ₄₁	T ₄₂	T ₄₃	T ₄₄	T ₄₅	T ₄₆	T ₄₇	T ₄₈	T ₄₉	T ₅₀	T ₅₁	T ₅₂					
E₁	16	16	18	18	16	17	18	17	17	17	18	16	15	16					

En la tabla anterior se observan los datos totales que componen la muestra (N) y en la siguiente tabla se obtiene la valoración que se utilizará para calcular el tiempo normal de dicho elemento.

Tabla 26. Valoración del ritmo en el elemento 1

Habilidad	C1	+0.06
Esfuerzo	C1	+0.05
Condiciones	C	+0.02
Consistencia	C	+0.01
Suma Algebraica		+0.14
Factor de Actuación		1.14

$T_n = \text{Tiempo observado} \times \text{Valoración}$

$$T_n = (20 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (25 \times 1.14) + (20 \times 1.14) + (20 \times 1.14) + (20 \times 1.14) + (20 \times 1.14) + (20 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (16 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (16 \times 1.14) + (20 \times 1.14) + (16 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (20 \times 1.14) + (16 \times 1.14) + (16 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (16 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (20 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (20 \times 1.14) + (20 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (16 \times 1.14) + (16 \times 1.14) + (18 \times 1.14) + (18 \times 1.14) + (16 \times 1.14) + (17 \times 1.14) + (18 \times 1.14) + (17 \times 1.14) + (17 \times 1.14) + (17 \times 1.14) + (18 \times 1.14) + (16 \times 1.14) + (15 \times 1.14) + (16 \times 1.14) / 52$$

$T_n = 19.2046$

Operación Combinada 2: Lotificado y Verificación de fecha

E₁ inicia cuando la empacadora toma el frasco de la charola y le coloca el lote y finaliza cuando ya se le ha colocado el lote a todos los frascos contenidos en la misma.

Tabla 27. Tiempo de las observaciones tomadas para el E₁ en la operación Combinada 2

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀
E ₁	43	42	38	47	35	46	45	36	37	42	42	38	35	47	42	43	36	45	37	38

Se calcula el promedio del elemento haciendo la sumatoria de cada uno de los valores y dividiéndolos entre el número de observaciones de dicho elemento, dando como resultado el que se muestra a continuación:

$$E_1 = \sum T_i / n$$

$$E_1 = 40.7 \text{ segundos}$$

$$N = \left(\frac{t(n-1)\alpha/2 * \sigma}{\bar{X} * \varepsilon} \right)^2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\bar{X} = 40.7$$

$$\varepsilon = 5\%$$

$$NC = 95\%$$

$$t_{(20-1) \alpha/2} \quad t_{19=95\%}$$

$$\alpha = 1 - 0.95$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\alpha/2 = 0.025$$

$$t_{(n-1) \alpha/2} = 2.093$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{19} (43 - 40.7)^2 + (42 - 40.7)^2 + (38 - 40.7)^2 + (47 - 40.7)^2 + (35 - 40.7)^2 + (46 - 40.7)^2 + (45 - 40.7)^2 + (36 - 40.7)^2 + (37 - 40.7)^2 + (42 - 40.7)^2 + (42 - 40.7)^2 + (38 - 40.7)^2 + (35 - 40.7)^2 + (47 - 40.7)^2 + (42 - 40.7)^2 + (43 - 40.7)^2 + (36 - 40.7)^2 + (45 - 40.7)^2 + (37 - 40.7)^2 + (38 - 40.7)^2}$$

$$\sigma = \sqrt{1/19 * 320.2}$$

$$\sigma = 4.1052$$

$$N = \left(\frac{2.093 * 4.1052}{40.7 * 0.05} \right)^2$$

N=17.83≈18 observaciones

Como N es menor que la muestra preliminar, no se toman más observaciones, sino que con los datos que ya se tienen y con la valoración que se obtiene en la tabla siguiente, se calcula el tiempo normal para el elemento.

Tabla 28. Valoración del ritmo en el elemento 1

Habilidad	B1	+0.11
Esfuerzo	C1	+0.05
Condiciones	C	+0.02
Consistencia	B	+0.03
Suma Algebraica		+0.21
Factor de Actuación		1.21

$T_n = \text{Tiempo observado} \times \text{Valoración}$

$$T_n = (43 \times 1.21) + (42 \times 1.21) + (38 \times 1.21) + (47 \times 1.21) + (35 \times 1.21) + (46 \times 1.21) + (45 \times 1.21) + (36 \times 1.21) + (37 \times 1.21) + (42 \times 1.21) + (42 \times 1.21) + (38 \times 1.21) + (35 \times 1.21) + (47 \times 1.21) + (42 \times 1.21) + (43 \times 1.21) + (36 \times 1.21) + (45 \times 1.21) + (37 \times 1.21) + (38 \times 1.21) / 20$$

$$T_n = 49.247$$

Operación 7: Sellado

El E_1 tiene como nombre sellado e inicia cuando dos empacadoras toman la charola y la colocan en la mesa de trabajo y finaliza cuando se le han dado dos vueltas a la charola con el paletizante que las sella y se tomó una muestra preliminar de 15 observaciones que se muestran a continuación:

Tabla 29. Tiempo de las observaciones tomadas para el E_1 en la operación 7

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8	T_9	T_{10}	T_{11}	T_{12}	T_{13}	T_{14}	T_{15}
E_1	90	82	87	77	66	69	71	77	81	70	75	86	67	67	82

Se calcula el promedio del elemento haciendo la sumatoria de cada uno de los valores y dividiéndolos entre el número de observaciones de dicho elemento, dando como resultado el que se muestra a continuación:

$$E_1 = \sum T_i / n$$

$$E_1 = 76.46 \text{ segundos}$$

$$N = \left(\frac{t(n-1)\alpha/2 * \sigma}{\bar{X} * \varepsilon} \right)^2$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

$$\bar{X} = 76.46$$

$$\varepsilon = 5\%$$

$$NC = 95\%$$

$$t_{(15-1) \alpha/2} \quad t_{14=95\%}$$

$$\alpha = 1 - 0.95$$

$$\alpha = 0.05$$

$$\alpha/2 = 0.025$$

$$t_{(n-1) \alpha/2} = 2.145$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{14} (90 - 76.46)^2 + (82 - 76.46)^2 + (87 - 76.46)^2 + (77 - 76.46)^2 + (66 - 76.46)^2 + (69 - 76.46)^2 + (71 - 76.46)^2 + (77 - 76.46)^2 + (81 - 76.46)^2 + (70 - 76.46)^2 + (75 - 76.46)^2 + (86 - 76.46)^2 + (67 - 76.46)^2 + (67 - 76.46)^2 + (82 - 76.46)^2}$$

$$\sigma = \sqrt{1/14 * 885.734}$$

$$\sigma = 7.9540$$

$$N = \left(\frac{2.145 * 7.9540}{40.7 * 0.05} \right)^2$$

N=19.9166≈20 observaciones

El resultado de N es mayor que la muestra preliminar, por lo que en la siguiente tabla se muestran los datos que se tomaron para alcanzar el número de N,

Tabla 30. Observaciones para completar N

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂	T ₁₃	T ₁₄	T ₁₅	T ₁₆	T ₁₇	T ₁₈	T ₁₉	T ₂₀
E ₁	90	82	87	77	66	69	71	77	81	70	75	86	67	67	82	86	83	79	84	90

Con estos datos y la valoración obtenida a continuación, se calcula el tiempo normal para el elemento 1

Tabla 31. Valoración del ritmo en el elemento 1

Habilidad	B2	+0.08
Esfuerzo	C1	+0.05
Condiciones	C	+0.02
Consistencia	C	+0.01
Suma Algebraica		+0.16
Factor de Actuación		1.16

$T_n = \text{Tiempo observado} * \text{Valoración}$

$$T_n = (90 * 1.16) + (82 * 1.16) + (87 * 1.16) + (77 * 1.16) + (66 * 1.16) + (69 * 1.16) + (71 * 1.16) + (77 * 1.16) + (81 * 1.16) + (70 * 1.16) + (75 * 1.16) + (86 * 1.16) + (67 * 1.16) + (82 * 1.16) + (86 * 1.16) + (83 * 1.16) + (79 * 1.16) + (84 * 1.16) + (90 * 1.16) / 20$$

$T_n = 87.116$

2.8 Cálculo de suplementos y tiempo estándar

Una vez que se definen cada uno de los elementos que componen cada una de las operaciones y se determinan los tiempos normales (T_n) en cada operación se procede a determinar los suplementos que entran en juego en dichas actividades.

Lo que se procura en el cálculo de los suplementos²², es evaluar de manera objetiva los suplementos que pueden aplicarse uniformemente a los diversos elementos de trabajo o a las diversas operaciones, por lo que para calcular los suplementos totales se toman en cuenta los suplementos fijos que se componen de las necesidades personales del trabajador y de la fatiga básica a la que se exponen durante la jornada laboral diaria; y los suplementos variables se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de las indicadas y finalmente, se calcula el tiempo esperado.

²² Ver Anexo 8. Tabla de tensiones relativas para el cálculo del suplemento por fatiga

		Posturas anormales	Levantamiento de pesos	Tensión visual	Calidad de aire	Intensidad de luz	Tensión auditiva	Tensión mental	Monotonía mental	Monotonía Física		
Operación	Trabajar de pie	Ligeramente incómodo	2.5 Kg	Trabajo de presión o fatiga	Buena ventilación	Ligeramente inferior a lo acordado	Sonido continuo	Proceso complejo	Algo monótono	Aburrido	T _n (Seg.)	SF (%)
O ₁		1	1	---	0	0	1	---	1	2	41.0025	6
O ₂	4	---	0	2	0	0	1	1	1	2	55.8681	11
OC ₁	---	1	0	2	0	0	1	1	1	2	20.9645	8
O ₃	---	1	0	---	0	0	1	---	1	2	6.5	5
O ₄	---	1	0	---	0	0	1	---	1	2	11.4125	5
O ₅	---	1	0	---	0	0	1	---	1	2	7.1684	5
O ₆	---	1	1	---	0	0	1	---	1	2	19.2046	6
OC ₂	---	1	0	---	0	0	1	---	1	2	49.247	5
O ₇	4	---	0	---	0	0	1	---	1	2	87.116	8
											298.4835	59

$$T_e = T_n + T_n (SF + SC + SNP)$$

$$T_e = T_n + T_n (59\% + 5\% + 7\%)$$

$$T_e = T_n + 0.71 T_n$$

$$T_e = 298.4835 + 0.71 (298.4835)$$

$$T_e = 510.4068 \text{ segundos}$$

$$N_p = \text{Jornada Laboral} / \text{Tiempo esperado}$$

$$N_p = (8 \text{ horas} \times 3600 \text{ segundos}) / 510.4068 \text{ segundos}$$

$$N_p = 56.4255 \approx 56 \text{ charolas x jornada laboral}$$

CAPITULO III: PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE ENCHAROLADO

La propuesta de automatización se encontró en una empresa mexicana llamada Equitek²³, S.A. de C.V.

Son una compañía 100% mexicana con más de 20 años de experiencia en el diseño y fabricación de maquinaria para empaque, especializándose en el equipo para envasado de líquidos, pastas, polvos y granulados en envases rígidos, así como en sistemas de taponado y etiquetado de los mismos.

Sus mercados son principalmente el alimenticio, farmacéutico, químico e industrial, ofreciendo equipos especializados para cada uno de estos mercados, desarrollan equipos con capacidades de hasta 300 envases por minuto, dependiendo de la serie y tipo de producto.

Su departamento de ingeniería les permite estar al día en cuanto a tecnología de punta y desarrollar proyectos especiales, cruzando experiencias y tecnología de los diferentes sectores que atendemos, lo cual les permite tener una visión amplia y combinar las diferentes tendencias y tecnologías para lograr equipos más eficientes y avanzados.

Están localizados en Santa Catarina, Nuevo León, un suburbio de la ciudad de Monterrey en el norte de México.

Cuentan con la suficiente infraestructura, equipo, maquinaria y personal para asegurar un producto de calidad y brindar el soporte, respaldo y garantía a nuestros productos.

Filosofía de Empresa:

Creen firmemente en desarrollar sinergias empresariales, con las cuales se dé un crecimiento mutuo y se fortalezca una relación de ganar - ganar.

²³ Ver www.equitek.com.mx/index.php

Su filosofía se basa en el concepto de brindar soluciones viables, económicamente atractivas y de gran calidad, a los problemas de empaque de sus clientes, siempre enfocados en sus áreas de dominio y experiencia, ofreciendo equipos integrales cuyo valor este basado en la productividad y eficiencia del equipo, y no en el costo del mismo.

Misión y Visión:

Ofrecer a sus clientes soluciones de calidad y alto valor agregado real, fabricando equipo y maquinaria para el proceso de empaque, eficientes en todos los aspectos de productividad, utilizando las últimas tendencias en tecnología y siempre enfocados en su área de experiencia.

Valores:

Creer firmemente que los valores de una empresa deben ser aquellos que beneficien en forma global y particular a todas las partes involucradas en la relación de la empresa, deben ser amplios en todos los aspectos, y deben darse en igual forma con sus clientes, gobierno, proveedores, vecinos, empleados y amigos, destacando siempre:

- Honestidad y Respeto, en todos los aspectos y relaciones de la empresa.
- Responsabilidad con sus clientes, empleados, proveedores y amigos.
- Calidad como forma integral de vida y trabajo, la cual debe reflejarse en sus productos y servicios.
- Dedicación por el trabajo que realizan, brindando siempre un valor agregado.
- Pasión por la ingeniería y manufactura de los productos que ofrecemos.

Las máquinas que se proponen para automatizar el proceso de encharolado son las siguientes: envasado lineal, tapado, etiquetado y marcado o codificado.

Envasado Lineal

Los equipos para envasado en formato lineal, están enfocados para lograr velocidades de producción moderadas; son sumamente prácticos ya que no requieren de piezas o accesorios para realizar cambios y envasar el producto o productos en diferentes tamaños de envase, operan de forma automática y están optimizados ergonómicamente para lograr un proceso eficiente y confiable.

Cuentan con diferentes tecnologías para el envasado de productos de acuerdo a su naturaleza y características particulares:

De acuerdo a las características del producto:

- Envasado de productos líquidos de baja viscosidad
- Envasado de productos líquidos de alta viscosidad o pastas
- Envasado de productos sólidos, polvos o granulados

De acuerdo al proceso buscado:

- Envasado por nivel
- Envasado por volumen
- Envasado por peso

Cada tecnología de envasado busca optimizar el proceso tomando en cuenta la presentación buscada y el comportamiento del producto al momento de envasar, logrando así optimizar el rendimiento del equipo de envasado.

Estas tecnologías están agrupadas por “SERIES”, los equipos que abarca cada serie se ofrecen con diferentes números de boquillas de envasado, dependiendo de la capacidad de producción buscada, además cada serie se ofrece con gabinete abierto o cerrado, tomando en cuenta el nivel de seguridad buscado.

Las envasadoras con formato lineal son muy prácticas puesto que no requieren accesorios para el cambio de envase o presentación, pero están limitadas por los tiempos muertos que se generan en ciclo del cambio de envases.

Todas las series de equipos de envasado se pueden complementar con sistemas de tapado por presión o enroscado, en formato lineal o rotativo, dependiendo de la capacidad de producción de la envasadora y equipos de etiquetado para formar una línea de empaque integral y eficiente.

Serie DFL

Equipo automático lineal, volumétrico o por peso, basado en la tecnología de flujómetros electromagnéticos, ultrasónicos o másicos, para productos farmacéuticos o alimenticios o industriales.

Serie DNL

Equipo automático lineal para el envasado de productos de baja viscosidad, como agua, bebidas, salsas molidas, leche, detergentes y limpiadores espumosos, agroquímicos, solventes, etc.

Serie DSL

Equipo automático para el envasado de productos en polvo o granulados, como sal, azúcar, leche en polvo, semillas, talco, condimentos, etc.

Serie DTL

Equipo automático para envasado por tiempo, para productos no espumosos, de baja y mediana viscosidad, en envases de boca ancha, como solventes, pinturas, detergentes, cremas fluidas, etc.

Serie DVL

Equipo automático lineal para el envasado de productos líquidos de baja, mediana o alta viscosidad, no espumosos, por medio de pistón volumétrico, ideal para el

manejo de productos salsas, cátsup, yogurt, cremas, shampoo, cosméticos, jarabes, suspensiones, etc.

Serie DWL

Equipo automático para el envasado de productos de alta viscosidad, como salsas con sólidos, crema, yogur, mermeladas, jaleas, aderezos, shampoo, crema humectante, detergentes viscosos, grasas, pastas, etc., con la capacidad de llenado en caliente.

Tapado

En Equitek han desarrollado equipos y maquinaria para el tapado de envases como complemento de sus equipos de envasado, o bien como sistemas independientes y cuentan con la siguiente gama de equipos:

- Equipos para enroscado de tapas de accionamiento manual
- Equipos de enroscado de tapas semiautomático
- Equipos de tapado automático lineal
- Equipos de tapado automático rotativo
- Sistemas de orientado de tapas por medio de vibración
- Sistemas de orientado de tapas por medio de banda inclinada

Los sistemas de enroscado de accionamiento manual, son prácticos y rápidos, pero requieren de la habilidad y disposición del operador para lograr su máximo rendimiento, estos son pactitos para capacidades de producción debajo de los 50 envases por minuto.

Los sistemas semiautomáticos, ofrecen la ventaja de gran funcionalidad sin depender tanto del operador, ya que este solo debe de presentar las tapas en forma manual, ofrecemos sistemas de tapado para tapas de rosca, tapas de presión o tapas twist off.

Los sistemas de enroscado automático, cuentan con orientadores de tapas integrales, y estos se ofrecen en capacidades adecuadas para complementar el equipo de envasado.

Los equipos de enroscado o tapado de presión rotativos, se ofrecen de forma integral con el equipo de envasado, logrando un equipo compacto y eficiente.

Los equipos de tapado se pueden complementar con sistemas de visión para una inspección de tapado en línea, para garantizar la calidad de los productos al final de la línea.

Al igual que el sistema de envasado están compuestos por series y son las siguientes:

Serie ER-M

Enroscador manual para trabajo pesado, operación neumática, con o sin lubricación, con control de torque aplicado ajustable.

Serie ERAL

Equipo automático lineal, para el enroscado de tapas, mediante 3 juegos de discos giratorios de apriete con control de torque.

Serie ERR

Sistema de tapado rotativo, para alta velocidad y gran precisión en el control de torque aplicado.

Serie ERS

Equipo semiautomático para el enroscado de tapas, para acoplarse a transportador de equipo de envasado.

Serie OTB

Equipo para orientado de tapas, por medio de banda inclinada, para acoplarse a equipos serie ERAL o ERR

Serie OTVI

Sistema de orientado de tapas por medio de tazón vibratorio, para acoplarse a equipo de enroscado serie ERS, ERAL o ERR

Serie TPB

Tapadora de presión, por medio de banda con rodillos para cerrado de tapas presión.

Etiquetado

Equitek ofrece etiquetadoras para la aplicación de etiquetas auto adheribles a envases, cajas o bolsas, además de poder desarrollar equipos especiales para el decorado con capacidad de aplicar múltiples etiquetas a un producto.

Cuentan con equipos de etiquetado especializados para la aplicación de etiquetas a envases, ya sean envases cilíndricos, de caras planas o bien de caras con curvas u ovaladas, con capacidad para aplicar etiquetas en diferentes puntos del envase, como es el etiquetado de etiquetas envolventes, etiquetas de frente y reverso en envases de caras planas u ovaladas, o aplicación de etiquetas en las partes superiores de tapas u otros artículos.

Los equipos de etiquetado cuentan con una gama de accesorios que se pueden acoplar al equipo fácilmente para el manejo del producto a etiquetar, como son alineadores de envase para aplicación de etiquetas en envases de caras planas u ovaladas, banda superior sincronizada para el mejor control del envase, sistemas de rolado para etiquetas completamente envolventes o aplicación de etiquetas de frente y reverso en envases cilíndricos, banda de rolado para aplicación de etiquetas semi-envolventes en envases cilíndricos, y otros accesorios y complementos especializados para el control de envases o aplicaciones particulares especiales.

Los equipos de etiquetado se pueden complementar con sistemas de marcaje, por medio de transferencia térmica o bien por medio de inyectores de chorro de tinta.

Cuentan también con sistemas de visión y/o lectores de código de barras, para la verificación de etiquetas, inspección de aplicación y control de calidad.

Serie ES-2

Sistema de aplicación de etiquetas auto adheribles para envases de caras planas ovaladas o cilíndricos, completamente sincronizado.

Serie ES1

Sistema de aplicación de etiquetas auto adheribles para envases cilíndricos o de caras planas.

Serie EST

Cabezal de etiquetado montado en tripie, para el etiquetado de cajas, bolsas o empaques.

Marcaje

Cuentan también con sistemas de marcaje por medio de transferencia térmica, para acoplarse a equipos de etiquetado de la serie CHS

Ofrecen además la experiencia y capacidad de Equitek para desarrollar sistemas de automatización en marcaje, para aplicaciones complejas o especiales, como en equipos de empaque para formado, llenado y sellado de bolsas, impresión múltiple en películas para termo formadoras o selladoras, etc.

Serie CHS

La serie CHS, consiste en un sistema de impresión de códigos, fechas o números de lote, por medio de transferencia térmica para acoplarse a equipos de etiquetado.

Los activos fijos en los que se debe invertir para realizar una automatización del proceso de encharolado son maquinaria y equipo para poder satisfacer los pedidos de producto de sus clientes ya que realmente es totalmente imposible satisfacer la demanda del producto elaborado por la planta.

Se realiza un análisis económico para determinar la inversión inicial y los costos. Para esto, se debe considerar no sólo los costos que incluyen la inversión en activos fijos (equipos), sino que también hay que considerar costos de desmontar equipo usado e instalar equipo nuevo, nuevas instalaciones de tubería o instalaciones eléctricas, nuevas instalaciones de servicio, gas, aire comprimido, agua fría, agua caliente, etc., derribar y construir nuevos muros o piso, etc. Y se considera como un ingreso el valor al cual se pueden vender los equipos usados (valor de salvamento), en caso de que el incremento de la capacidad instalada implique deshacerse de ciertos equipos.

Una vez que se sabe esta información, se debe realizar el análisis económico de la alternativa y los puntos que serán tratados en el análisis y que se mencionan a continuación:

- Inversión inicial, está formada por activo fijo y activo diferido. El activo fijo comprende la compra de equipo de producción nuevo, que incluye bombas centrífugas para el transporte de fluidos, tubería de acero inoxidable, sistemas verticales de transporte (bandas inclinadas o elevador de cangilones), mobiliario para la ampliación de las nuevas oficinas, muebles para los sanitarios, computadoras y materiales de construcción. Por su parte, el activo diferido comprende la supervisión y dirección de la construcción, instalación, pruebas de arranque y puesta en marcha de la nueva línea de producción.
- Depreciación y amortización, para cada rubro de inversión se calculan los cargos, ya sea de depreciación o amortización, se asignan los porcentajes respectivos de acuerdo con las leyes hacendarias vigentes en el momento de tomar la decisión.

- Los costos totales incrementales.
- Ingresos incrementales.
- Determinación de la nueva TMAR de la empresa.
- Estado de resultados incremental.

Para esto, se toman en cuenta todas las características para las diferentes maquinarias necesarias para automatizar el proceso de encharolado y **se eligieron las que van de acuerdo al tipo de producto que se va a producir, por lo que se tomó la envasadora lineal serie DSL que llena alrededor de 10-15 envases por minuto y tiene un costo de U\$ 23,000, el equipo de tapado automático lineal serie ERAL con un costo de U\$ 2, 000, la etiquetadora serie ES1 y la marcadora serie CHS que juntas tienen un costo de U\$ 15, 700.**

Activo Fijo	Cantidad	Precio Unitario (U\$)	Costo Total (U\$)
Envasadora lineal serie DSL	1	23000	24150
Tapadora serie ERAL	1	2000	2100
Etiquetadora serie ES1	1	15700	16485
Marcadora serie CHS	1	2900	3045
Total			45780

En éste caso no se tiene activo diferido, puesto que el proceso con el que se lleva a cabo el encharolado en la planta de café 1820 es totalmente manual y no es necesario desmontar equipo usado y venderlo para obtener un valor de salvamento ya que no utilizan ningún equipo. De igual manera se toma en cuenta los costos de capacitación al personal de la planta para que éstos puedan utilizar la maquinaria de la manera correcta, para esto la empresa Equitek, S.A ofrece de

forma gratuita la asesoría y supervisión de la instalación del equipo, la puesta en operación y capacitación a su personal sobre la operación y mantenimiento del equipo por un período de dos días, pero si se toma en cuenta los costos de traslado, alojamiento y alimentos del técnico que realizará dichas tareas, por lo que la empresa realiza un cargo de U\$ 250 por día, por lo que se tiene un costo de activo diferido de U\$ 500 por los dos días que el técnico se tardará en llevar a cabo cada una de las actividades que le conciernen.

Para calcular la depreciación, se utiliza el método de depreciación en línea recta, ya que es uno de los métodos de depreciación más utilizados, principalmente por su sencillez y por la facilidad de implementación.

La depreciación en línea recta supone una depreciación constante, una alícuota periódica de depreciación invariable.

En este método de depreciación se supone que el activo sufre un desgaste constante con el paso del tiempo, lo que no siempre se ajusta a la realidad, toda vez que hay activos que en la medida en que se desgastan, el nivel de desgaste se incrementa, es creciente.

El cálculo de la depreciación mediante el procedimiento de línea recta es el siguiente:

Valor del activo: 45780 (incluyendo el costo neto de los equipos más un 5% de fletes y seguros)

Vida útil del activo: 10 años

Depreciación anual: $45780/10 = 4578$

Depreciación mensual: $45780/60 = 763$

Año	Depreciación anual (\$)	Depreciación acumulada (\$)	Valor en Libros (\$)
1	4578	4578	41202
2	4578	9156	36624
3	4578	13734	32046
4	4578	18312	27468
5	4578	22890	22890
6	4578	27468	18312
7	4578	32046	13734
8	4578	36624	9156
9	4578	41202	4578
10	4578	45780	0

Una vez que se tiene la depreciación y amortización de la maquinaria, se toman en cuenta los costos de energía eléctrica para cada máquina, los cálculos se muestran a continuación:

Equipo	KWh por jornada laboral	Energía (C\$/KWh)	Costo diario de energía (C\$)	Costo anual de energía (C\$)
Envasadora lineal serie DSL	12	2.0255	24.306	8750.16
Tapadora serie ERAL	---	---	---	---
Etiquetadora serie ES1	8.8	2.0255	17.8244	6416.784
Marcadora serie CHS	---	---	---	---
			Total	15166.944

Fuente: INE (Instituto Nacional de Energía)

Este total que da por el consumo de energía anual y que es de C\$15,166.944 es equivalente en dólares a 631.956 \$/año.

También se incurre en costos de mantenimiento de los equipos que se seleccionaron, que son: una envasadora lineal serie DSL, una tapadora serie ERAL, una etiquetadora serie ES1 y una marcadora serie CHS, para esto se solicitó a la empresa Equitek, S.A, pero el costo de éstos va en dependencia del diagnóstico que se obtenga del levantamiento de servicio que la empresa realice.

Para realizar el proceso actual en la planta, laboran 5 empacadoras y éstas reciben un salario mensual de C\$ 5, 100, que al multiplicar ésta cantidad se sabe el monto que la empresa gasta en mano de obra al mes, y esto da como resultado C\$ 25, 500 al mes que al año, da un total de C\$ 306,000 que equivalentes en dólares serían **\$12,750 al año**.

Cálculo de la TMAR:

La obtención de la TMAR varía de una empresa a otra, o de un proyecto a otro y depende mucho de lo que se quiere utilizar como criterio o parámetro de consolución.

TMAR= inflación+ premio al riesgo

La inflación anual en Nicaragua,²⁴ según fuente del BCN hasta febrero del 2013 es del 7.08% y el premio al riesgo significa el verdadero crecimiento de dinero y se le llama así porque el inversionista siempre arriesga su dinero (siempre que no invierta en el banco) y por arriesgarlo merece una ganancia adicional sobre la inflación. Como el premio es por arriesgar, significa que a mayor riesgo, se merece mayor ganancia.

La determinación de la inflación está fuera del alcance de cualquier analista o inversionista, y lo más que se puede hacer es pronosticar un valor, que en el mejor

²⁴ Ver Anexo 14. Tasa de inflación del BCN

de los casos se acercará un poco a lo que suceder en la realidad. Lo que si puede establecer cuando haga la evaluación económica es el premio al riesgo.

Para calcular el premio al riesgo se pueden tomar como referencias las dos situaciones siguientes:

a) Si se desea invertir en empresas productoras de bienes o servicios, deberá hacerse un estudio del mercado de esos productos. Si la demanda es estable, es decir, sí tiene pocas fluctuaciones a lo largo del tiempo, y crece con el paso de los años, aunque sea en pequeña proporción y no hay una competencia muy fuerte de otros productores, se puede afirmar que el riesgo de la inversión es relativamente bajo y el valor del premio al riesgo puede fluctuar del 3 al 5 por ciento.

Luego de esta situación de bajo riesgo vienen una serie de situaciones de riesgo intermedio, hasta llegar a la situación de mercado de alto riesgo, con condiciones opuestas a la de bajo riesgo, pero caracterizada principalmente por fuertes fluctuaciones en la demanda del producto y una alta competencia en la oferta. En casos de alto riesgo en inversiones productivas el valor del premio al riesgo siempre está arriba de un 12 por ciento sin un límite superior definido.

b) La segunda referencia es analizar las tasas de rendimiento por sectores en la bolsa de valores. Por un lado, deberá observar cuál ha sido el rendimiento promedio de la empresa del mismo giro, del bajo estudio, que cotizan en la bolsa de valores, y por otro, conocer el valor real de la inflación. Si se observa, por ejemplo, que los rendimientos actuales sobrepasan apenas un 3 por ciento al ritmo inflacionario, no sería acertado fijar un premio al riesgo muy superior al promedio vigente para una nueva empresa, pues implicaría pedir altos rendimientos a un sector productivo que en ese momento, por las razones que sean, no está proporcionando altos rendimientos. Ya será decisión de los inversionistas arriesgarse en esas condiciones.

Si en un determinado sector productivo los rendimientos promedio son bajos, pero una empresa en particular de ese mismo sector tiene altos rendimientos, no se

debe confundir esta circunstancia y querer imitarla en ganancias fijando un alto premio al riesgo en la etapa de evaluación económica, cuando apenas se va a decidir si se invierte. La fijación de un valor para el premio al riesgo y por tanto para la TMAR es, como su nombre lo indica el mínimo aceptable. Si la Inversión produce un rendimiento muy superior a la TMAR, tanto mejor.

Por tanto, la $TMAR = 7.08\% + 12\%$

$TMAR = 19.08\%$

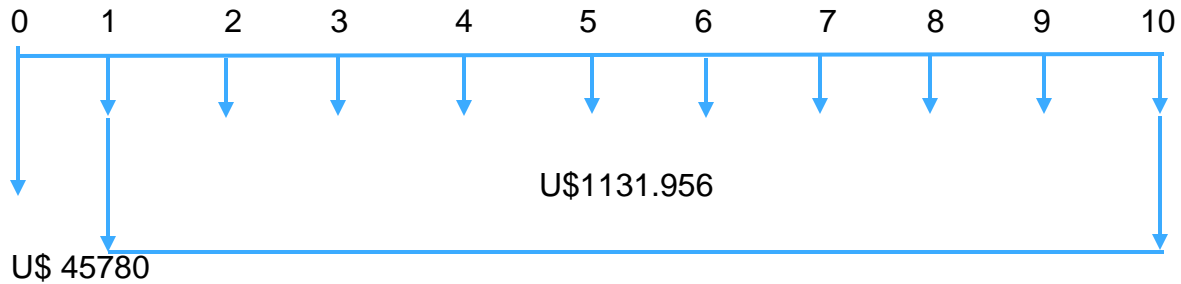
Teniendo en cuenta la inflación hasta febrero del 2013 y un premio al riesgo del 12% debido a las fuertes fluctuaciones en la demanda del producto y una alta competencia en la oferta como es el Café Soluble.

Teniendo todos los costos en los que se incurren para automatizar el proceso, \$ 45780 de inversión inicial, \$ 631.956 de energía eléctrica que consumen las máquinas al año, un activo diferido de \$ 500 por dos días en los que el técnico de Equitek S.A tarda en la instalación de la maquinaria y en la capacitación a las empacadoras que manipularán dichas máquinas, sin costos de mantenimiento, puesto que como se menciona anteriormente se debe tener un diagnóstico y con una vida útil de 10 años y una TMAR del 19.08%,

Se utiliza el método del costo anual uniforme equivalente (CAUE) que se utiliza cuando es necesario tomar una decisión de tipo económico sin que se involucren ingresos; es decir en situaciones donde sólo existen costos y es únicamente con ésta base sobre la que hay que tomar la decisión.

La técnica del CAUE recibe ese nombre debido a que expresa todos los flujos de un horizonte de tiempo en una cantidad uniforme por período; es decir los expresa como una A, calculada a su valor equivalente.

$$CAUE = \left(P + \sum_{t=1}^n \frac{At}{(1+TMAR)^t} \right) * \left(\frac{A}{P}, i\%, n \right) - VR \left(\frac{A}{P}, i\%, n \right)$$



$$A = P * \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$

$$A = \text{U\$ } 4,5780 * \left[\frac{0.1908(1.1908)^{10}}{(1.1908)^{10} - 1} \right]$$

$$A = \text{U\$ } 10,579.758$$

$$CAUE = \text{U\$ } 10,579.758 + \text{U\$ } 1,131.956$$

$$\text{CAUE} = \text{U\$ } 11,711.714$$

Como se ve anteriormente donde se calculó el gasto en el que la empresa incurre al contratar los servicios de las 5 emparadoras pagando el salario de C\$5,100 y que al hacer un equivalente en dólares alrededor de un año, se obtuvo que gastan **U\$ 12,750** en el proceso manual de encharolado. Por lo que es más recomendable seleccionar la alternativa de automatización debido a los resultados que se obtuvieron al aplicar el método del CAUE.

A continuación se muestran cálculos en base a la producción que se obtendría al automatizar el proceso tomando como referencia la cantidad de envases por minuto que llena la maquina y la producción que se obtiene actualmente al utilizar el método manual:

$$N_p = 15 \text{ envases} \cdot \text{minuto}$$

$$15 \text{ envases} \text{ ---- } 1 \text{ minuto}$$

$$X \text{ ---- } 60 \text{ minutos}$$

$$X = 15 \text{ envases} \cdot 60 \text{ minutos}$$

$$\mathbf{X = 900 \text{ envases/hora}}$$

$$N_p = (900 \text{ envases/ hora}) \cdot 8 \text{ horas}$$

$$\mathbf{N_p = 7, 200 \text{ envases}}$$

Ésta cantidad es la producción diaria de frascos, pero como se sabe que la charola está compuesta por 12 frascos cuando se produce de 100 o 150 gramos y por 24 frascos cuando se produce de 50 gramos, da como resultado **600** charolas de 100 o 150 gramos al día, o bien **300** charolas de 50 gramos por jornada laboral.

Retomando la producción de la planta al utilizar el método manual, que es de 56 charolas por jornada laboral, se puede ver un claro aumento en la cantidad a producir al día con la utilización de la máquina propuesta.

A continuación se muestra el cálculo para obtener el tiempo que tardarían las 5 empacadoras para producir 600 charolas utilizando el método manual, tomando como referencia la cantidad de charolas que producen en una jornada laboral

$$56 \text{ charolas} \text{ ---- } 8 \text{ horas}$$

$$600 \text{ charolas} \text{ ----- } X$$

$$X = \frac{(600 \text{ charolas})(8 \text{ horas})}{56 \text{ charolas}}$$

$$\mathbf{X = 85.7143 \text{ horas}}$$

$$\mathbf{X \approx 86 \text{ horas}}$$

Las 5 empacadoras tardan 86 horas que equivalen a 11 días de trabajo aproximadamente para producir 600 charolas de 100 o 150 gramos que la máquina produce en 8 horas.

Es evidente que se necesita menos personal para el trabajo, ya que la automatización del proceso es total, solamente la operación 6 y 7 que son la colocación de los frascos en la charola y el sellado de la misma se hacen de manera manual, por lo que se necesitan únicamente a dos empacadoras que realicen éstas últimas operaciones, por lo que el salario mensual a pagar se reduce 3 veces y si se multiplica el salario que ya no se va a pagar por un año, se obtiene C\$ 183, 600 que equivalentes en dólares serían U\$ 7, 650 al año.

CONCLUSIÓN

Al haber concluido con los dos estudios correspondientes, que son el Estudio de método y el Estudio de tiempos para cada una de las actividades que componen el proceso de encharolado, se observó claramente que el método que se utiliza actualmente en la Planta cambiará radicalmente con la implementación de las cuatro máquinas que se proponen debido a que se eliminan algunas operaciones y por ende se reduce el tiempo en el que se realizan todas las operaciones para cada charola.

Los tiempos normales que se obtuvieron en cada una de las actividades fueron las bases para el cálculo del índice de producción diaria que se alcanza con el proceso de encharolado actual que es meramente manual y es de 56 charolas por cada jornada laboral, debido a que el método utilizado no es el más eficiente, así como los tiempos en los que se llevan a cabo cada una de las actividades, puesto que las dos actividades principales que son el llenado de los frascos y el pesaje de los mismos son demasiado agotadoras y monótonas para las empacadoras que hacen dichos trabajos y además se requiere de sumo cuidado, inspección y tiempo para que éstas se realicen de la mejor manera posible.

Se encontró un proveedor mexicano que mostró 17 alternativas para el proceso de encharolado, de las cuales se seleccionaron 4 de ellas que son la envasadora lineal serie DSL, la tapadora serie ERAL, la etiquetadora serie ES1 y la marcadora serie CHS; cuya inversión total es de C\$ 45780. La norma de producción es de 600 y 300 charolas por jornada laboral dependiendo de la presentación.

Se hizo un análisis económico de las dos alternativas, manual y automatizada y se obtuvo que es más rentable tanto en método como en gastos incurridos la alternativa con un incremento de producción del 11%.

RECOMENDACIONES

El proceso de encharolado en la Planta de Café 1820 necesita de la automatización que se propone en éste trabajo monográfico,

- No sólo para incrementar sus índices de productividad sino también para mejorar las condiciones de trabajo para las empacadoras que lo realizan.

Una vez que la empresa decida llevar a cabo dicha propuesta, la planta será:

- Más eficiente, eficaz y competitiva con respecto a las diferentes plantas que empacan café instantáneo en las diferentes presentaciones en nuestro país.
- El tiempo de recuperación de la inversión está basado solamente en los salarios que la empresa dejará de pagar al prescindir de los servicios de 3 empacadoras, debido a que con el uso de la máquina no es necesario tanto personal para realizar el proceso completo, por tal razón el tiempo se puede considerar largo, pero si se toma en cuenta que la producción diaria aumentará y de esa manera se podrán cubrir los grandes pedidos que se realizan a la empresa de manera inmediata y que habrá un incremento en las ventas de dicho producto, eso ayudará en gran medida a la recuperación de la inversión inicial.
- El proceso será mucho más rápido y se disminuirá en gran medida el desperdicio de la materia prima que se utiliza.
- La utilización de la máquina en todas sus etapas será sencillo y de fácil aprendizaje y de adaptación para las empacadoras.

BIBLIOGRAFÍA

- García Criollo Roberto, Ingeniería de métodos y medición del trabajo, Mc Graw Hill, Segunda edición.
- Baca Urbina Gabriel, Evaluación de proyectos, Mc Graw Hill, Sexta edición, Septiembre 2012.
- Hernández Sampieri Roberto, Fernández Collado Carlos, Baptista Lucio Pilar. Metodología de la Investigación, impreso en México, Cuarta Edición Mc Graw Hill, Abril 2006.
- Kanawaty George, director de la publicación del libro Introducción al Estudio del Trabajo-OIT, impreso en México, Cuarta Edición (Revisada) Limusa, 2006.
- Niebel Benjamín, Ingeniería Industrial, Métodos, Tiempos y Movimientos, México, Editorial Alfaomega, 1990.
- Diccionario Enciclopédico Larousse, Publicado en 1999.

Web grafía

- www.cafe1820.com
- www.gruponumar.com
- <http://equitek.com.mx/index.php>

ANEXOS

Anexo 1. Organigrama de la estructura Jerárquica de la Planta de Café 1820



Anexo 2. Charola de 100 gramos



Anexo 3. Tabla de los valores numéricos de los diferentes grados de habilidad o destreza

+0.15	A1	Extrema
+0.13	A2	Extrema
+0.11	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.06	C1	Buena
+0.03	C2	Buena
0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente

Anexo 4. Tabla de los valores numéricos de los diferentes grados de esfuerzo o empeño

+0.13	A1	Excesivo
+0.12	A2	Excesivo
+0.10	B1	Excelente
+0.08	B2	Excelente
+0.05	C1	Bueno
+0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Deficiente
-0.17	F2	Deficiente

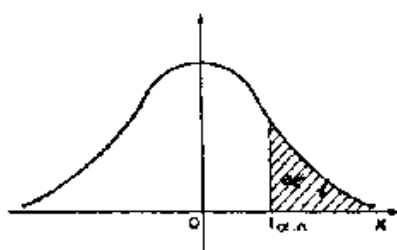
Anexo 5. Tabla de los valores numéricos de los diferentes grados de condiciones

+0.06	A	Ideales
+0.04	B	Excelentes
+0.02	C	Buenas
0.00	D	Regulares
-0.03	E	Aceptables
-0.07	F	Deficientes

Anexo 6. Tabla de los valores numéricos de los diferentes grados de consistencia

+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Regular
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Deficiente

Anexo 7. Tabla t-student



$\alpha/2$ gl	0,40	0,30	0,20	0,10	0,050	0,025	0,010	0,005	0,001	0,0005
1	0,325	0,727	1,376	3,078	6,314	12,71	31,82	63,66	318,3	636,6
2	0,289	0,617	1,061	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	22,33	31,60
3	0,277	0,584	0,978	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	10,22	12,94
4	0,271	0,569	0,941	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173	8,610
5	0,267	0,559	0,920	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	5,893	6,859
6	0,265	0,553	0,906	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208	5,959
7	0,263	0,549	0,896	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,785	5,405
8	0,262	0,546	0,889	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	4,501	5,041
9	0,261	0,543	0,883	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,297	4,781
10	0,260	0,542	0,879	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144	4,587
11	0,260	0,540	0,876	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,025	4,437
12	0,259	0,539	0,873	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,930	4,318
13	0,259	0,538	0,870	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,852	4,221
14	0,258	0,537	0,868	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,787	4,140
15	0,258	0,536	0,866	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,733	4,073
16	0,258	0,535	0,863	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,686	4,015
17	0,257	0,534	0,863	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,646	3,965
18	0,257	0,534	0,862	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,611	3,922
19	0,257	0,533	0,861	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,579	3,883
20	0,257	0,533	0,860	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,552	3,850
21	0,257	0,532	0,859	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,527	3,819
22	0,256	0,532	0,858	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,505	3,792
23	0,256	0,532	0,858	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,485	3,767
24	0,256	0,531	0,857	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,467	3,745
25	0,256	0,531	0,856	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,450	3,725
26	0,256	0,531	0,856	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,435	3,707
27	0,256	0,531	0,855	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,421	3,690
28	0,256	0,530	0,855	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,408	3,674
29	0,256	0,530	0,854	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,396	3,659
30	0,256	0,530	0,854	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,385	3,646
40	0,255	0,529	0,851	1,303	1,648	2,021	2,423	2,704	3,307	3,551
50	0,255	0,528	0,849	1,298	1,676	2,009	2,403	2,678	3,262	3,495
60	0,254	0,527	0,848	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,232	3,460
80	0,254	0,527	0,846	1,292	1,664	1,990	2,374	2,639	3,195	3,415
100	0,254	0,526	0,845	1,290	1,660	1,984	2,365	2,626	3,174	3,389
200	0,254	0,525	0,843	1,286	1,653	1,972	2,345	2,601	3,131	3,339
500	0,253	0,525	0,842	1,283	1,648	1,965	2,334	2,586	3,106	3,310
∞	0,253	0,524	0,842	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,090	3,291

Anexo 8. Tabla de tensiones relativas para el cálculo de la fatiga

A. Tensión Física provocada por la naturaleza del trabajo

Postura (Factor A.2)

	Puntos
Sentado cómodamente	0
Sentado incómodamente, o a veces sentado y a veces de pie	2
De pie o andando libremente	4
Subiendo y bajando escaleras sin carga	5
De pie o andando con una carga	6
Subiendo o bajando escaleras de mano, o debiendo a veces inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos	8
Levantando pesos con dificultad, traspalando balasto a un contenedor	10
Debiendo constantemente inclinarse, levantarse, estirarse o arrojar objetos	12
Extrayendo carbón con un zapapico, tumbado en una veta baja	16

B. Tensión Mental

Monotonía (Factor B.2)

	Puntos
Efectuar de a dos un trabajo por encargo	0
Limpiarse los zapatos solitariamente durante media hora	3
Efectuar un trabajo repetitivo } Efectuar un trabajo no repetitivo	5
Hacer una inspección corriente	6
Sumar columnas similares de cifras	8
Efectuar solo un trabajo sumamente repetitivo	11

Tensión física o mental provocada por la naturaleza de las condiciones de trabajo

Suciedad (Factor C.5)

	Puntos
Trabajo de oficina	0
Operaciones normales de montaje	
Manejo de multicopistas de oficina	1
Barrido de polvo o basura	2
Desmontaje de motores de combustión interna	4
Trabajo debajo de un vehículo de motor usado	5
Descarga de sacos de cemento	7
Extracción de carbón	10
Deshollinado de chimeneas	

Anexo 9. Envasadora Lineal



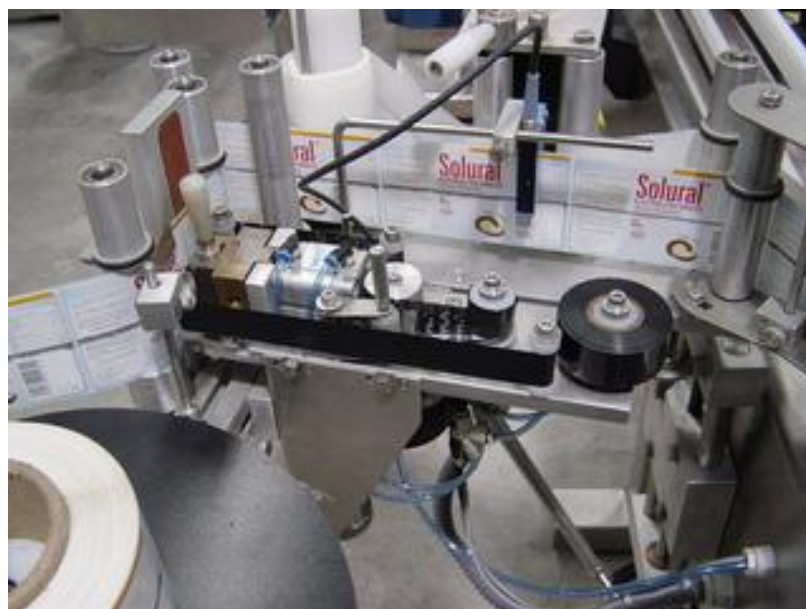
Anexo 10. Tapadora



Anexo 11. Etiquetadora



Anexo 12. Marcadora



Anexo 13. Cotización de los equipos

Cotización No. Fecha

16775 01/02/2013

MARÍA PAOLA ESCOBAR SABALLOS

TERCERA CALLE EN JINOTEPE

COLONIA SAN JOSÉ CP: 0

JINOTEPE, CARAZO, NICARAGUA

Atención:

MARÍA PAOLA ESCOBAR SABALLOS

ESTUDIANTE

Tel: +505 (0) 2532-1046

Fax: +505 (0) 2532-1046

Email: pao.ceu@gmail.com

En relación a su solicitud de precios, me permito presentarle para sus consideración la siguiente propuesta de equipos, que de acuerdo a sus comentarios, creemos que cumple ampliamente con sus expectativas.

CONTENIDO

SELECCION DE EQUIPO

Envasado DSLV-1-F-1

Tapado ERM-T

Etiquetado ES1-5D-C

CONDICIONES COMERCIALES

Tiempo de Entrega

Condiciones de Pago

Condiciones de Entrega

Tipo de Empaque

Puesta en Operación y Capacitación

Notas Adicionales

COMPROMISO DE GARANTIA

Para el proceso de ENVASADO de Café Instantáneo, en presentacion(es) de 50,100 y 150 gr, con una capacidad de producción estimada de 10 a 15 envases por minuto respectivamente, ofrecemos el siguiente equipo:

Cant. Modelo Descripción Precio Unitario

1 DSLV-1-F-1 \$23,000.00 (US Dólar)

Envasadora automática volumétrica, serie DSLV, para productos en polvo o granulados fluidos, equipada con una tolva de producto y dosificador por medio de gusano helicoidal de 1plg., con sistema de agitación en tolva por medio de aspa rotativa, transportador de 3m. de largo, velocidad variable, PLC y pantalla de control táctil.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO:

- Para productos en polvo o granulados.

Volumen de dosificado por boquilla por ciclo (ml.): min:50, máx:1500

CARACTERÍSTICAS DE ENVASES (mm.):

a) Diámetro: min:30, máx:110

b) Altura: min:30, máx:320

c) Diámetro int. de boca: min:50

d) Distancia de boca a nivel producto: min:20

- CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN:

a) Gabinete fabricado en acero inoxidable T304 pulido.

b) Partes en contacto con el producto: Acero Inoxidable T304 acabado sanitario, conexiones clamp para facilitar limpieza, empaques de Nitrilo/Buna. NOTA: Se pueden sustituir los elastómeros por materiales como Vitón, Silicón o Kalrez, es necesario que este cambio sea indicado en la cotización.

c) Control por medio de PLC con interface H-M táctil, con capacidad de manejo de recetas de parámetros de operación.

- d) Transportador con cadena de tablilla de baja fricción, tiras de desgaste y barandales de UHMW.
 - e) Niveladores en patas con protectores de UHMW.
 - f) Todos los componentes eléctricos aprobados por CE. ó UL.
 - g) Construcción y diseño en conformidad a CE.
 - Requerimiento de energía eléctrica: 220Volts, Monofásica, 1500Watts, 50/60Hz, con tierra física.
 - Requerimiento de energía neumática: 6.5kg/cm², >100L/min, libre de humedad.
- page 2 de 6 / Cot. No.: 16775

Para el proceso de TAPADO de Café Instantáneo, en presentacion(es) de 50,100 y 150 gr, con una capacidad de producción estimada de 10 a 15 frascos por minuto respectivamente, ofrecemos el siguiente equipo:

Cant. Modelo Descripción Precio Unitario

1 ERM-T \$2,000.00 (US Dólar)

Enroscador manual neumático, serie ERM, con control de torque, equipado con base para colocarse en transportador, balancín y filtro regulador neumático, incluye un dado estriado para un tipo de tapa.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO:

- Sistema de dados intercambiables.

CARACTERÍSTICAS DE TAPAS (mm.):

a) Diámetro: min:15, máx:55

b) Altura: min:10

NOTA: Para dimensiones mayores se consultara con el departamento de ingeniería.

- CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN:

- a) Partes del equipo fabricados en acero inoxidable T304 pulido, aluminio anodizado y plásticos de ingeniería.
- b) Todos los componentes eléctricos aprobados por CE. ó UL.
- c) Construcción y diseño en conformidad a CE.

- Requerimiento de energía neumática: 6.5kg/cm², >200L/min, libre de humedad.

page 3 de 6 / Cot. No.: 16775

Para el proceso de ETIQUETADO de Café Instantáneo, en presentación(es) de 50, 100 y 150 gr, con una capacidad de producción estimada de 10 a 15 envases por minuto respectivamente, ofrecemos el siguiente equipo:

Cant. Modelo Descripción Precio Unitario

1 ES1-5D-C \$15,700.00 (US Dólar)

Etiquetadora automática, serie ES1, para aplicación de etiquetas auto adheribles, para envases cilíndricos, etiquetas semi envolventes, cabezal derecho para rollo de etiquetas de hasta 5plg. de alto y 12plg. de diámetro, banda de rolado de 5plg., gabinete tipo pedestal, transportador de 3m. de velocidad variable, control por PLC y pantalla táctil.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO:

- Para aplicación de etiquetas auto adheribles a envases cilíndricos.

Velocidad máxima de aplicación (mm/seg): 500.

CARACTERÍSTICAS DE ETIQUETAS (mm.):

a) Altura: min:20, máx:120 (Altura total incluyendo papel respaldo).

b) Largo: min:10, máx:350

c) Deberá haber una separación entre etiqueta y etiqueta de cuando menos 3mm. o tener una marca de registro en el papel respaldo.

CARACTERÍSTICAS DE ENVASES (mm.):

a) Diámetro: min:20, máx:110

b) Altura: min:25, máx:320

c) La altura mínima de la base del envase a la parte inferior de la etiqueta es de 6mm. y la máxima es de 170mm.

- CRITERIOS DE CONSTRUCCIÓN:

a) Gabinete fabricado en acero inoxidable T304 pulido.

- b) Cabezales, componentes y partes del equipo fabricados en acero inoxidable T304 pulido, aluminio anodizado y plásticos de ingeniería.
 - c) Control por medio de PLC con interface H-M táctil, con capacidad de manejo de recetas de parámetros de operación.
 - d) Transportador con cadena de tablilla de baja fricción, tiras de desgaste y barandales de UHMW.
 - e) Niveladores en patas con protectores de UHMW.
 - f) Todos los componentes eléctricos aprobados por CE. ó UL.
 - g) Construcción y diseño en conformidad a CE.
- Requerimiento de energía eléctrica: 220Volts, Monofásica, 1100Watts, 50/60Hz, con tierra física.

page 4 de 6 / Cot. No.: 16775

Total Cotización (US Dolar)

Equipo(s) \$40,700.00

Subtotal \$40,700.00

I.V.A. 0.00% \$0.00

TOTAL \$40,700.00

TIEMPO DE ENTREGA:

El tiempo de fabricación de su equipo será de 12 a 14 Semanas aproximadamente, esto depende de la carga de trabajo en producción al momento de recibir su pedido y confirmación de su anticipo.

CONDICIONES DE PAGO:

Favor de revisar en NOTAS ADICIONALES las Condiciones Comerciales Especiales para Ustedes.

CONDICIONES DE ENTREGA:

El precio cotizado es ExWorks-Incoterms 2000 (Precio equipo puesto en nuestra planta), incluye costos de maniobras de carga. Es responsabilidad del comprador

el seguro de traslado y transportación del equipo a su planta, en caso de requerirlo le apoyaremos con la coordinación con una empresa de seguros y transporte.

TIPO DE EMPAQUE:

Los equipos serán empaquetados con un plástico encogible y montados sobre una tarima de madera con protecciones laterales y superiores (caja de madera); esta caja de madera contara con los requerimientos internacionales de tratamiento y fumigación para Exportación. Los equipos antes de embarcarse se desarmaran de la manera mas adecuada para facilitar su manejo en el traslado.

PUESTA EN OPERACION Y CAPACITACION:

Ofrecemos en forma gratuita la asesoría y supervisión de la instalación del equipo, la puesta en operación y capacitación a su personal sobre la operación y mantenimiento del equipo, esto por un periodo de 2 días naturales, los viáticos por traslados, alojamiento y alimentos no están incluidos. Si desea que nuestro técnico permanezca más tiempo, por cada día adicional (parcial o completo) se realizara un cargo de \$ 250.00

Dólares USA, más los gastos por viáticos generados. Para que la GARANTÍA de funcionamiento sea aceptada, la instalación del equipo y puesta en operación deberá de ser realizada por Personal Técnico Certificado y Autorizado por Equitek, S.A. de C.V.

NOTAS ADICIONALES:

-Equitek, S.A. de C.V. se reserva el derecho de realizar todos los cambios necesarios de ingeniería y de operación del equipo para lograr el resultado solicitado por el cliente.

-En caso de cancelación del pedido, total o parcial, este causara un cargo del 30% sobre el valor de la cotización. De existir un saldo a favor del cliente, este será devuelto 60 días posteriores a la aceptación de cancelación emitida por Equitek, S.A. de C.V., no aplica devolución de anticipos en pedidos, equipos y/o módulos especiales.

-Esta cotización se realizó en base a la información que nos proporcionaron, requerimos que nos envíen las muestras físicas, para confirmar que los equipos ofertados son los adecuados a sus requerimientos.

-- Las condiciones de venta son 50 % anticipo con orden de compra y 50 % contra aviso de embarque.

page 5 de 6 / Cot. No.: 16775

El equipo amparado en esta cotización, está garantizado por un periodo de 12 meses a partir de la fecha de entrega, contra cualquier defecto de fabricación, diseño o mano de obra. Garantizamos el buen funcionamiento del equipo en base a las muestras proporcionadas por el cliente; en caso de que no se hayan proporcionado muestras o que estas sean diferentes y se requieran realizar modificaciones al equipo, para que este funcione correctamente, el costo de estas correrán por cuenta del cliente.

Esta garantía cubre la mano de obra requerida para reparar la falla o problema, no incluye los viáticos, transportes o gastos asociados en los que se incurra, tampoco cubre piezas o componentes que por desgaste natural, falta de mantenimiento adecuado, negligencia, abuso o mal uso, por modificaciones hechas por otros sin el consentimiento por escrito de Equitek, S.A. de C.V. se hayan dañado u operen en forma incorrecta.

No cubre los daños causados a los componentes eléctricos o electrónicos causados por mala conexión, sobre voltajes o variaciones de energía eléctrica causados por fenómenos naturales, fallas en las instalaciones eléctricas del cliente o el proveedor de servicio eléctrico. No cubre los daños a componentes neumáticos causados por falta de mantenimiento, humedad excesiva o condensada, exceso de presión o suciedad en la línea de aire comprimido. Equitek, S.A. de C.V. se reserva el derecho de reparar o reponer, la o las partes en cuestión, según lo juzgue conveniente.

Equitek S.A. de C.V. no se hace responsable por cualquier pérdida económica o material sufrida por causas imputables a nuestros equipos

Las capacidades de producción estipuladas en esta cotización son estimadas; pudiendo variar estas hasta un 15%. En caso de que se integren equipos de terceros al equipo fabricado por Equitek, la garantía de estos será respaldada por los fabricantes de los mismos. Sin más por el momento, esperamos que esta propuesta sea de su agrado, y quedamos de ustedes en espera de sus amables comentarios al respecto y atentos para resolver cualquier duda o aclaración.

Atentamente,

JANICE BELEN OROZCO AGUILAR

VENTAS MAQUINARIA

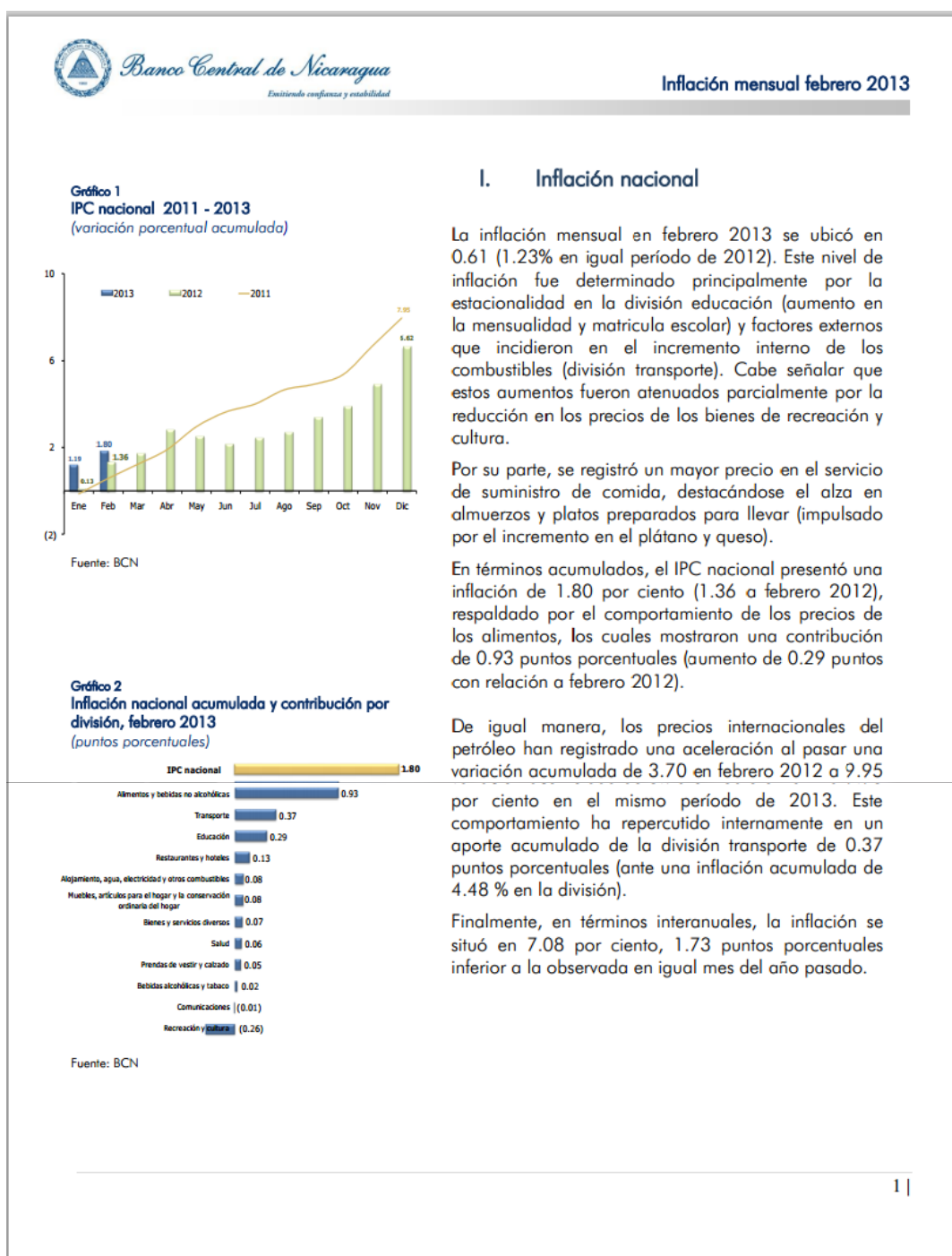
CCP: OFICINA INTERNACIONAL

GERENTE COMERCIAL

TEL: +52 (81) 8390-0932

page 6 de 6 / Cot. No.: 16775

Anexo 14. Tasa de inflación



1 |